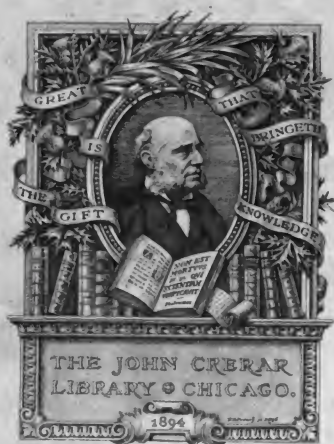


KONSTRUKTION UND HANDHABUNG ELEKTRO- MEDIZINISCHER...

Johannes Zacharias, Mathias
Müsch





Konstruktion und Handhabung elektromedizinischer Apparate

von

Johannes Zacharias und **Mathias Müsch**
Ingenieure

Mit 209 Abbildungen.



LEIPZIG
Verlag von Johann Ambrosius Barth
1905.

SODDY, FREDERICK, *Das Gesetz der physikalischen Chemie und Radioaktivität* in Glasgow. Die Radioaktivität in elementarer Weise vom Standpunkte der Desaggregations-theorie aus dargestellt. Unter Mitwirkung von Dr. L. F. Guttman, übersetzt von Prof. O. Siebert. [XII, 216 Seiten.] 1904. M. 5.60, geb. M. 6.40.

Der Verfasser hat hier eine zusammenhängende Darstellung der bemerkenswerten Reihe von Untersuchungen gegeben, welche Becquerel's bekannte Entdeckung zur Folge hatte. Das Buch ist dann bestimmt Studierenden und solchen, die sich im allgemeinen für den Gegenstand interessieren, die Hauptargumente und die wichtigsten experimentellen Daten vorzuführen, durch welche man die Resultate erzielt hat, es dient auch als Einleitung für das Studium ausführlicher Werke, sowie der Originalabhandlungen von Curie, Rutherford etc.

BEISSON, PAUL, *Das Radium und die Radioaktivität, allgem. Eigenschaften und ärztliche Anwendungen*. Mit Vorwort von d'Arsonval. Deutsch von W. von Küdiger. [VIII, 115 Seiten.] 1905. M. 3.60, geb. M. 4.40.

Die Radioaktivität der Materie eröffnet ganz neue Perspektiven, nicht nur für den Physiker, sondern auch für den Chemiker, Mechaniker, Philosophen, Physiologen und Mediziner. Ein größerer Teil des Buches ist den physiologischen und therapeutischen Wirkungen des Radiums gewidmet, so daß sich der Leser auch über diesen Stoff unterrichten kann.

HOFMANN, KARL, *Die radioaktiven Stoffe nach dem neuesten Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis*. 2. vermehrte und verbesserte Auflage. [78 S.] 1904. M. 2.—.

Elektrochemische Zeitschrift: Wenn es der Verfasser unternommen hat, durch vorliegendes Werk die Kenntnisse von den radioaktiven Stoffen und ihren Wirkungen auch in den Kreisen zu verbreiten, die diesem Gebiete bisher fern gestanden, so hat er sich damit sicherlich eine sehr verdienstvolle Aufgabe gestellt. Das Werk enthält einen vollständigen Überblick über unser gesamtes Wissen von den Erscheinungen der Radioaktivität und zwar in kurzer, prägnanter Darstellung. Trotz dieser Kürze wird es jedoch auch für diejenigen von Nutzen sein, die sich eingehend über das vorliegende Gebiet unterrichten will, oder der es durch eigene Forschungen weiter auszubauen gedenkt.

SODDY, FREDERICK, *Die Entwicklung der Materie enthüllt durch die Radioaktivität*. Wilde-Vorlesung, gehalten am 23. Februar 1904 in der Literary and Philosophical Society in Manchester. Autorisierte Übersetzung von Prof. G. Siebert. [64 Seiten.] 1904. M. 1.60.

Der bekannte Mitbegründer des berühmten englischen Gelehrten Sir William Ramsay hat eine sorgfältige Vorlesung gehalten, die in ihrer deutschen Übersetzung sicher viele Freunde sich erwerben wird.

STARK, J., *Die Elektrizität in Gasen*. [XXVIII, 509 Seiten mit 144 Figuren.] 1903. M. 12.—, geb. M. 13.—.

Elektrotechnische Zeitschrift: Das Werk ist eine verdienstvolle Zusammenstellung der gesamten, über den Gegenstand der Elektrizität in Gasen erschienenen Literatur. Es ist eine Monographie von größter Ausführlichkeit, die eine bewundernswürdige Summe von Arbeit in sich schließt. Für jeden, der auf diesem Gebiete arbeiten oder sich über dasselbe unterrichten will, wird das Werk infolge seiner Eigenart eine wertvolle Bereicherung der Bibliothek eines jeden Physikers darstellen.

THOMSON, J. J., *Die Entladung der Elektrizität durch Gase*. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. Paul Ewers. Ergänzt und mit einem Vorwort versehen von Prof. Dr. Hermann Ebert. Gr. 8°. [VIII, 144 Seiten, mit 41 Figuren.] 1900. M. 4.50, geb. M. 5.50.

Umschau: Kein zweites Gebiet der Physik hat in den letzten Jahren so überraschende Fortschritte aufzuweisen wie dasjenige der Erscheinungen, welche mit dem Durchgang der Elektrizität durch Gase verknüpft sind. Zur Schilderung dieses Gebietes sind wenige in gleichem Maße berufen wie J. J. Thomson, der dasselbe durch eigene Untersuchungen bereichert hat, aber zugleich mit den Leistungen anderer wohl vertraut ist. Mit der Übersetzung seines Buches ist deshalb der deutschen Fachwelt ein Dienst erwiesen, zumal die Veranstalter der deutschen Ausgabe den Inhalt, der im Original bereits aus dem Jahre 1898 stammt, durch Zusätze dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft entsprechend erweitert haben.

PIERSON-SPERLINGS *Lehrbuch der Elektrotherapie*. 6. Aufl., bearbeitet von Dr. Arthur Sperling, kl. 8°. [XIV, 420 S. mit 89 Abbildungen.] 1893. Geb. M. 6.75.

Berliner klinische Wochenschrift: ... Der Erfolg, der dem vorliegenden Buche gelobt hat, ist in der Tat kein unverständer, es will nicht mit den von den ersten Autoren des elektrotherapeutischen Faches herausgegebenen großen Handbüchern konkurrieren, sondern will mit Beistimmung theoretischer Erörterungen die praktische Seite des Gebietes hervorheben. Es ist vor allen Dingen für den praktischen Arzt geschrieben, deshalb ist die Elektrotherapie als solche ganz besonders sorgfältig bearbeitet und die Angaben über die bei jedem Krankheitsfall anzuwendenden Methoden, Stromdichten usw. sind so präzise, daß sich jeder Arzt mit Leichtigkeit danach zurechtfinden kann.

79
JOHN
LIB

Konstruktion und Handhabung elektromedizinischer Apparate

von

Johannes Zacharias und Mathias Müsch
Ingenieure

Mit 209 Abbildungen.



LEIPZIG
Verlag von Johann Ambrosius Barth

1905.

10, F

THE
JOHN CRERAR
LIBRARY

Druck von Grunne & Trönel in Leipzig.

Geleitwort.

Vorliegendes Werk umfaßt die hauptsächlichsten in der Heilkunde gebrauchten elektrischen Apparate. Bei der Fülle des Materials war es nicht möglich alle nur irgendwie bekannt gewordenen Apparate aufzunehmen. Die Verfasser haben sich bemüht, eine zweckentsprechende Auswahl zu treffen. Mancher wird Bekanntes finden, einige mögen etwas darin vermissen, für andere wird es zu umfangreich oder zu gedrängt sein.

Vornehmlich haben die Verfasser die praktisch technische Seite in dieser Arbeit betont, so daß sowohl dem ausübenden Arzt, wie dem Konstrukteur und Mechaniker ein Hilfsmittel in seinem Beruf geboten ist. Auf die Theorie der elektrischen und magnetischen Erscheinungen sind wir um so seltener eingegangen, als die Anschauungen hierüber noch sehr weit auseinandergehen und zur Zeit in einer Umwandlung begriffen sind.

Wenn auch die Erkenntnis über mancherlei Naturvorgänge im letzten Jahrhundert erheblich fortgeschritten ist, so herrscht doch gerade über das Wesen der Elektrizität und des Magnetismus noch mancherlei Ungewißheit. Wir wissen jedoch, daß ein Teil der wunderbaren Naturerscheinungen auf die Wirkungen der Elektrizität zurückzuführen ist. Es werden jetzt Stimmen laut, welche die Elektrizität als die Ursache aller Vorgänge im Weltenraum bezeichnen, da alle Kraftformen gleichen Ursprungs zu sein scheinen. Sollte dies erwiesen werden, so liegt keine Veranlassung vor, der Elektrizität die Heilkraft abzustreiten; denn eine belebende und alles treibende Kraft kann auch heilen.

Die Technik und Möglichkeit der Anwendungen der verschiedenen Apparate mußten die Verfasser naturgemäß berufenen Kreisen überlassen und sich lediglich auf die elektrotechnische Seite beschränken. In dieser Hinsicht verweisen wir auf die ausführlichen Literaturverzeichnisse am Ende der einzelnen Abschnitte.

In liebenswürdiger Weise haben uns zahlreiche erste Firmen, welche in einem besonderen Verzeichnis aufgeführt und auch im

W 524.77 143851
05500 54814

Text gebührend erwähnt sind, bei der Herstellung des Werkes hervorragend unterstützt.

Der Verlagsbuchhandlung sagen wir für die gediegene Ausstattung des Werkes unseren besten Dank.

Die Verfasser hoffen, daß dieses einzig in seiner Art vorhandene Werk den Fachkreisen, für welche es bestimmt ist, nicht allein eine Übersicht bieten, sondern auch ein nützliches Handbuch sein wird. Freundliche Beiträge, oder Wünsche für eine eventuelle spätere Auflage sind willkommen.

Berlin-Charlottenburg im Februar 1905.

Die Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Geschichtliches	1
Anwendungsgebiet	6
Die Wirkungen der Elektrizität	6
 I. Die Erzeugung der Elektrizität	8
1. Galvanische bezw. Primärelemente	8
Tabelle gebräuchlicher galvanischer Elemente	10
Das nasse Leclanché-Element	12
Trockenelemente	14
Tauchelemente	15
Starkstromelemente	22
Literatur über Galvanische Elemente	23
2. Akkumulatoren	24
Unterschied zwischen Primär- und Sekundär-Element	24
Herstellung der Akkumulatoren	25
Oberflächliche Zusammenstellung des Herstellungsprozesses	25
Verwendung der Akkumulatoren	26
Auswahl der Type	26
Behandlung der transportablen Akkumulatoren	30
Füllung und Nachfüllflüssigkeit	30
Säuretablette	31
Laden und Entladen	32
Die Vorgänge beim Laden	32
Vorkehrungen zum Laden	33
Das Entladen	34
Einrichtungen zum Laden	37
Eigenschaften der Akkumulatoren	39
Schaltungen zum Laden	40
Das Laden	43
Anschaffung von transportablen Akkumulatoren	46
Glühlampen für Akkumulatoren	48
Lampentabellen	48
Konstruktionen	49
Literatur über Akkumulatoren	53
3. Thermosäulen	53
4. Dynamos und deren Antriebsmaschinen	54
5. Elektrizität aus Leitungsnetzen	59
6. Hochspannungsapparate und Zubehör	64
a) Induktionsapparate	64
Der Kondensator	66
Verschiedene Induktionsapparate	67
b) Influenzmaschinen	70

	Seite
II. Elektrische Lichtquellen	77
1. Bogenlampen	77
Differentialbogenlampe	83
Nebenschlußbogenlampe	84
2. Glühlicht	86
Die Glühfadenlampe	87
Die Nernstlampe	90
Osmium-Lampe	91
III. Elektromotoren	92
Gleichstrommotoren	92
Wechselstrommotoren	94
Hemmvorrichtungen	95
IV. Die Leitungen	100
Verbinden der Leitungen	102
Querschnitts- und Gewichtstabelle über Kupferdrähte	108
V. Schalt- und Sicherheitsapparate	104
Sicherheitsschalter	106
VI. Widerstands- und Wärmapparate	107
Wärmapparate	112
VII. Hilfseinrichtungen und Meßapparate	114
Elektrische Verbrauchsmesser	120
VIII. Apparate zur Untersuchung	121
1. Röntgenstrahlen	121
Der Unterbrecher	123
Der Quecksilberunterbrecher	123
Der Quecksilberstrahlunterbrecher	128
Die Flüssigkeitsunterbrecher: Der Wehneltunterbrecher	125
Wechselstromunterbrecher	128
Die Röntgenlampe	129
Die kompletten Instrumentarien	139
Meßmethoden	148
Apparate zur genauen Bestimmung der Größe und Lage von Organen und Fremdkörpern	156
Fragebogen zur Aufstellung eines Kostenanschlages für Röntgenapparate	161
Literatur über Röntgentechnik	168
2. Elektro-Endoskopie und Diaphanoskopie	180
Medizinisches Literaturverzeichnis über Endoskopie	187
IX. Apparate zur Behandlung	188
1. Mit elektrischem Strom	188
a) Gleichstrom	188
Galvanisation	188
Batterieleistungen	195
Medizinische Literaturstellen über Elektrolytische Bäder	201
Elektroden zur Galvanisation, Elektrolyse u. s. w.	202
Medizinische Literatur über Elektrolyse	204
Kataphorese	207
Medizinische Literatur über Kataphorese	208
Komplette Einrichtungen	210
Franklinisation	215
Medizinische Literaturstellen über Franklinisation	221
b) Zerschacker Strom	222
Faradisation	222
Medizinische Literaturstellen über Faradisation	226
Arsonyalisation	227
Medizinische Literatur über Arsonyalisation	233

	Seite
c) Wechselstrom	238
Sinusoidale Faradisation	238
Medizinische Literatur über sinusoidale Faradisation	241
2. Magnetische Heilapparate	242
Medizinische Literatur über Elektromagnetische Heilapparate	254
3. Apparate zur Behandlung mit Licht	254
a) Glüh- und Bogenlichtbäder	254
b) Finsenlicht	259
c) Funkenlicht	263
Medizinische Literatur über Lichtbäder	263
4. Apparate zur Behandlung mit Wärme	267
Galvanokaustik	267
Medizinische Literatur über Galvanokaustik	270
Elektrische Heißluftbehandlung	272
5. Elektromechanische Behandlung	275
a) Apparate für Erschütterungsmassage	275
b) Chirurgische Operations-Instrumente mit Motorantrieb	277
6. Ozonerzeugung	277
7. Blindenschriftapparat	279
8. Augenelektromagnete	281
Medizinische Literatur über Augenelektromagnete	283
X. Behandlung und Reparaturen der Apparate	284
Anhang	292
Einfache Röntgeneinrichtung mit Wodal-Unterbrecher	292
Vierzellenbad	293
Literatur	294
Doppelbestrahlungslampe	294
Dermoscheinwerfer	295
Tripletlampe	295
Sachverzeichnis	297
Verzeichnis der Abbildungen	303
Firmenverzeichnis	308

Einleitung.

Geschichtliches.

Lange schon bevor man von den elektrischen Naturkräften irgend eine Ahnung hatte, wendete man dieselben in der Heilkunde, wenn auch nur unbewußt an. So sollen schon vor Jahrtausenden die Negerfrauen Westafrikas die Eigentümlichkeit der Zitterrochen, durch Berührung eine Art momentane Erstarrung hervorzurufen, als Heilmittel gegen Geister und Lähmungen angewendet haben. Verschiedene Stellen in den Schriften der Alten deuten auf eine ähnliche Verwendung dieser Fische schon zur Zeit der römischen Kaiser hin (Hippokrates, Dioskorides, Galenus, Plato, Menon, Aristoteles, Plinius secundus u. a. m.). Zur Zeit des römischen Kaisers Tiberius wurde diese Krankheitsbehandlung von einem Arzte, Scribonius Largus, in Anwendung gebracht und viel geübt.

Losgelöst von den mythischen Anschauungen seiner Zeitgenossen, nicht eingeeignet von den beschränkten Vorstellungen der damaligen Zeit, forschte der griechische Schriftsteller und selbständige Denker Thales von Milet nach der rätselhaften Eigenschaft des geriebenen Bernsteines, kleine Körperteilchen „anzuziehen“. Nach der griechischen Denkungsart, in jedem ungekannten Vorgange eine belebende Kraft zu vermuten, schrieb er sowohl dem Bernstein wie dem Magneten eine Seele zu. Von ihm stammt auch der Name „Elektrizität“ her, nach dem Worte ἤλεκτρον. Zwar haben einige Sprachforscher das Wort aus anderen Sprachen herzuleiten versucht und die Verwandtschaft mit Worten in dem Lateinischen, Persischen und Arabischen nachgewiesen.

Bis zu der Erkenntnis der Naturkräfte sind dies fast die einzigen Kenntnisse, welche die Alten hatten. Die lange Zeit des wissenschaftlichen Niederganges und des systematischen Unterdrückens der Schriften und Anschauungen der Alten, während der Zeit des finsternen Mittelalters, ließ die Kenntnisse der Naturvorgänge noch mystischer und unfäßlicher erscheinen.

Erst in einer Epoche, in welcher durch ganz Europa das geistige Leben erwachte, in welcher nach den Geistesarbeiten eines Leonardo da Vinci, Copernicus, Galilei, Kepler, die Entwicklung und Ausbildung einer induktiven Naturerkenntnis einsetzte, trat zur Zeit der Königin Elisabeth ein Mann auf, der durch seine Versuche die Grundlage zu der modernen Elektrizitätslehre gab.

Über seinen Zeitgenossen ragt William Gilbert aus Colchester, der Leibarzt und Schützling der Königin Elisabeth, durch sein bedeutendes Wissen, durch seinen Scharfsinn und seine Klarheit heraus (1540 bis 1603). Er ist der Erste, der durch seine experimentellen Untersuchungen die scharfe Trennung der Eigenschaften von Bernstein und Magnet aussprach, die bis auf den heutigen Tag besteht. Von ihm rührt auch die Bezeichnung der Elektrizität für die Erscheinung des Bernsteins her. In seinem Werke „Tractatus sive physiologia nova de magnete magneticisque corporibus et de magno magnete tellure“ Ausgabe 1628, Buch 2, Cap. 2, pag. 54, sondert er beide Eigenschaften mit den Worten: „Vim illam electricam nobis placet appellare“.

Für die Heilkunde war erst durch die Erfindung der Reibungselektrisiermaschine eine zielbewußte Ausbauung der Elektrophysik, von epochemachender Bedeutung. Dazu kam in schneller Reihenfolge die Erfindung der Kleistschen Flasche und der Faradayschen Induktionswirkung.

Der erste Versuch, die Lähmungen eines Fingers durch Elektrisieren zu heilen, wurde durch Kratzenstein ¹⁾ in Halle gemacht. Die großartigen Erfolge, welche Jallabert ²⁾ in Genf, Sauvage ³⁾ zu Montpellier, Bohadsch ⁴⁾ in Böhmen u. a. m. erzielt haben wollten, brachte sowohl Ärzte wie Laien auf diese neue Heilmethode, und gar bald war die Elektrizität ein Universalmittel gegen alle Krankheiten. Vergebens wurde von Männern des Geistes auf die Gefahren der falschen Anwendung aufmerksam gemacht, vergebens suchten Männer wie Nollet ⁵⁾, Hart ⁶⁾, Franklin ⁷⁾ Bei-

¹⁾ Gralath, Gesch. d. Elektr. Teil I, S. 249. 1747.

²⁾ Jallabert, Expérience S. 143.

³⁾ Mangin, Hist. gén. et part. de l'électr. 1752. Teil III, S. 36.

⁴⁾ Phil. Trans. Bd. 30, 1758, Teil I, pag. 342.

⁵⁾ Nollet, Recherches sur l'électr. pag. 412.

⁶⁾ Phil. Trans. Bd. 48, 1754, Teil II, pag. 786.

⁷⁾ Phil. Trans. Bd. 50, 1758, Teil II, pag. 481.

spiele heranzubringen, wo sich die Elektrizität als schädlich erwiesen habe. Dies alles hatte nur die Wirkung, daß statt der starken Entladung Kleistscher Flaschen schwächere Erschütterungen in Anwendung kamen.

Schon in dieser Zeit benutzten Lovet¹⁾, Wesley, de Haën, Ferguson, Hartmann, van Marum²⁾ und andere die Elektrizität in verschiedener Form als elektrisches Bad, als beständige Überströmung, als Funke zur Heilung von Nerven- und Muskellähmungen, von Rheuma, Skrofulose, Epilepsie und ganz besonders fand dieselbe Anwendung in der Wiederbelebung von Scheintoten. In seiner „vollständigen Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehren von der Elektrizität“ bringt Cavallo³⁾ eine Sammlung von Krankheitsgeschichten, bei denen eine gute Heilung erzielt wurde.

Mit der Entdeckung des Galvanismus, der eine viel wirksamere Elektrizitätsquelle als die Elektrisiermaschine und die Kleistsche Flasche war, wurden letztere verlassen und nur die Galvanisation gepflegt, bis durch die Erfindung der Influenzmaschine die Behandlung mit hochgespannter Elektrizität in neuerer Zeit wieder zu Ansehen kam.

Als Galvani die denkwürdigen Beobachtungen an einem Froschschenkel bekannt gab, glaubte man in dieser Entdeckung eine Heilkraft der wunderbarsten Art erhalten zu haben. Wie bei der Anwendung der statischen Elektrizität so auch hier, waren es Männer, deren Namen in der Geschichte der Physik und der Heilkunde hervorleuchten, und welche die neue Methode warm empfahlen.

So waren es vornehmlich Pfaff, Alexander von Humboldt, die neben anderen Krankheitsbehandlungen den Galvanismus zur Heilung von Lähmungen vorschlugen. Valli gab die Erregungen zur Bestimmung des Scheintodes an, wobei ihm besonders Sommering und Hufeland beipflichteten. Nachdem es gelungen, eine galvanische Säule⁴⁾, d. i. eine Vorrichtung zur Erzeugung von höherer Spannung, herzustellen, interessierte die Galvanisation immer weitere Kreise und sind als Pioniere der Methode Loder in Jena, Grapengießer in Berlin, Hallé in Paris zu nennen. Gentili

¹⁾ Lovet, *Electr. rendred useful* 1760.

²⁾ Van Marum, *Beschr. einer großen Elektrisiermaschine*. 1786, pag. 20.

³⁾ Cavallo. *Treatise on electricity* 1795, Teil II, pag. 76—98.

⁴⁾ M. Meyer, *Elektr. in Anwendung auf die praktische Medizin*. S. 2, 1868.

behauptete sogar die Melancholie damit geheilt zu haben. Humboldt versuchte 1797 den Einfluß des Galvanismus am eigenen Körper, während Aldicei und Bichac denselben an Leichen frisch Hingerichteter studierten (1802).

Aber auch diese Methode trat bald wieder in den Hintergrund des öffentlichen Interesses, als die Erfindung der Induktionsapparate bekannt wurde. Namentlich waren es Marshall Hall, Golding Bird, Duchenne¹⁾, Heidenhain, Ziemssen²⁾, Rosenthal³⁾ und andere mehr, die der Elektrotherapie neue Freunde zuwiesen. Die ersten Versuche, durch Galvanopunktur Aneurismen zu heilen, wurden von Pravaz und Lister angestellt, dasselbe taten Bertani und Milani bei Varicen. Radford und Frank wendeten die Elektrizität in der Geburtshilfe an, und durch Robert Remak⁴⁾ endlich wurde in den Jahren 1861 bis 1868 die Anwendung des konstanten Stromes in der medizinischen Praxis eingeführt.

Die Wärmewirkung der Elektrizität wurde von Crussel, Middeldorpf⁵⁾ der Heilkunde dienstbar gemacht, ebenso die chemische Wirkung derselben, und in erster Reihe nimmt Duchenne⁶⁾ den Verdienst in Anspruch, den induzierten Strom zu einem korrekten diagnostischen Mittel ausgebildet zu haben.

Seit den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts mehren sich die Literatur über die beschriebenen elektrischen Heilmethoden immer mehr, und sei auf das Verzeichnis derselben am Schlusse eines jeden Abschnittes verwiesen.

Trotzdem die magnetische Kraft gewisser Eisensorten schon den Alten bekannt war, dauerte es doch bis Anfang dieses Jahrhunderts, daß diese Kraft in den Dienst der Heilkunde gezogen wurde. Allerdings sind vereinzelte Anwendungen des Magnetismus zu Heilzwecken auch schon in früheren Jahrhunderten zu konstatieren, so spricht Paracelsus von einem Magneten, „welches solche Heimlichkeiten besäße, daß man ohne dasselbe in Krankheiten nichts wohl ausrichten könne und sei ein solch Stück tapfer frei Eisen für einen solchen Künstler in der Arznei, daß keines weit

¹⁾ Duchenne, L'électrisation localisée. 3. Aufl. 1872.

²⁾ Ziemssen, Elektr. in der Medizin. 3. Aufl. 1866.

³⁾ Rosenthal, Elektrotherapie. 2. Aufl. 1872.

⁴⁾ Remak, Applic. du courant const. 1865; Remak, Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten. 1858.

⁵⁾ Middeldorpf, Galvanokaustik. 1854.

⁶⁾ Duchenne, L'électrisation localisée. 2. Aufl. 1861.

und breit gefunden werden mag, von dem sich so viel sagen ließe“. Weiterhin war es Hehl in Wien, der im 18. Jahrhundert den Magneten in der Heilkunde verwendete.

In der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die Untersuchungen mit Magneten von verschiedenen Ärzten aufgenommen und deren Einwirkung auf den Organismus von Menschen und Tieren beobachtet. Leider aber hielten die Untersuchungen mit den anderen Gebieten der Elektrotherapie nicht gleichen Schritt und wahrscheinlich nur deshalb, weil weder Arzt noch Patient irgendwelche direkten Einflüsse erkennen konnten. Erst als zu Ende des vorigen Jahrhunderts der Versuch gemacht wurde, die verwendeten Elektromagneten mit Wechselstrom zu speisen oder einen Elektrohufeisenmagnet in drehende Bewegung zu versetzen, konnte man auch physiologische Erscheinungen konstatieren, und seit dieser Zeit werden immer neue Heilerfolge bekannt, die durch den Gebrauch von Elektromagneten erzielt wurden.

Zum Gebrauch in der Augenheilkunde wurden Magnete schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts benutzt zum Entfernen von Eisensplintern aus dem Auge.

Fast ebenso jung wie die Elektromagnettherapie ist die der Lichttherapie, da es erst seit dem Jahre 1879 durch Edison gelang, wirklich brauchbare Glühlampen herzustellen.

Arsonvalisation und Röntgentechnik sind während ihres kurzen Bestehens heute allgemein bekannt geworden, so daß auch hier kaum geschichtliche Daten angeführt zu werden brauchen.

Wenn man heute die Zweige der Naturwissenschaften betrachtet mit ihrer zielbewußten Haltung, die nach den Höhen der Vervollkommnung streben, so kann man sich des Gedankens nicht erwehren, ob denn wohl auch die Grundlagen, auf denen dieselben aufgebaut sind, wirklich so fest stehen, wie angenommen. Wir kommen immer näher der Erkenntnis aller Naturkräfte, so Manches fällt vor einer neuen Entdeckung, und heißer denn je tobt der Kampf um neue Theorien und neue Anschauungen. Die heranwachsende Generation lernt unabhängig von Traditionen und gewitzt durch den aufregenden Kampf des modernen Lebens die Pietät bei der freien Forschung entbehren, und nur auf dieser Basis läßt sich ein beschleunigtes Vorrücken in das mystische Reich der Natur bewerkstelligen.

Anwendungsgebiet.

Die Anwendung der Elektrizität hat in den letzten 20 Jahren einen solchen Aufschwung genommen, daß dieselbe heute fast alle Gebiete beherrscht. Auch die Heilkunde ist von diesem Einfluß nicht verschont geblieben, und es haben sich im Laufe der Jahre die mannigfaltigsten Methoden und Anwendungsgebiete herausgebildet. Arzt und Techniker haben Hand in Hand gearbeitet zum Wohle der Menschheit. Heute schon können die Elektrotherapeuten auf eine segensreiche Arbeit zurückblicken. Die eigenartigsten und hartnäckigsten Krankheiten wurden mit Elektrizität behandelt und zum Teil mit gutem Erfolge.

Wenn auch noch heute ein gut Teil Begeisterung über geheilte Krankheiten die Elektrotherapeuten erfaßt hält, so werden sich doch mit zunehmender wissenschaftlicher Arbeit auf diesem Gebiete die Ansichten bald klären, und der Elektrotherapie wird ein anerkannter Platz in dem Gesamtgebiete der Medizin angewiesen werden. Über die Anwendungen selbst sei auf den Literaturausweis am Schlusse eines jeden Kapitels verwiesen.

Die Wirkungen der Elektrizität.

Die Forschungen der letzten Jahre haben den Beweis erbracht, daß die sogenannten Lichtwellen und die elektrischen Wellen Bewegungen des Äthers sind, die sich nur durch die Wellenlänge unterscheiden. Die grundlegenden Versuche wurden 1887 von Heinrich Hertz veröffentlicht, 1898 erschien das Werk von A. Rigli, „Die Optik der elektrischen Schwingungen“, und 1903 bestätigten die Herren Rubens und Hagen die Versuche von Hertz durch ihre „Untersuchungen über das optische Verhalten der Metalle“. Nach den Versuchen von Joh. Zacharias in dem Werke „Elektrische Spektren“ ist es auch gar nicht zweifelhaft, daß die sogenannten magnetischen Erscheinungen nur auf Ätherdruck beruhen.

Jede Kraftäußerung ist eine Folge von Bewegung, und diese entsteht durch Druckdifferenz; irgend eine Anziehung ist in der Natur nicht vorhanden. Alle sogenannten Naturkräfte sind Erscheinungsformen ein und derselben Kraft, worauf bereits 1842 Robert Mayer hingewiesen hat.

Die Wandlung dieser Kraft tritt als physische, physiologische, chemische, elektrochemische, elektrische oder magnetische Erscheinungsform uns in der Natur entgegen. Die flüssigen und

luftförmigen Stoffe wie der Äther als Licht, Wärme, Elektrizität u. s. w. pflanzen diese Kraft durch Wellenbewegungen oder einzelne Stöße fort und zwar vielfach nahezu mit der Geschwindigkeit des Lichts. Diese Geschwindigkeit ergibt, trotz der geringen Stofflichkeit des Äthers, die uns bekannten ungeheuren sogenannten Naturkräfte, wie wir sie z. B. im Blitz und im Gewitter kennen. Die Elektrizität gewährt die Möglichkeit der Arbeitsübertragung, sei es im Haustelegraphen, in der Wellentelegraphie, im Telephon oder Elektromotor. Es ist also kein Wunder, daß diese Kraft sich auch im menschlichen Körper physisch, chemisch und physiologisch wirksam erweist und einen willkommenen Heilfaktor bei vielen Krankheitszuständen bildet.

Außer den bereits genannten Wirkungen der Elektrizität haben wir noch deren Wärmewirkungen zu erwähnen, die gleichfalls in der Heilkunde für die Erzeugung von Licht, Wärme und dem Verbrennen von Gewebeteilen bei Operationen (kauterisieren) angewendet werden. Für die Beleuchtung dienen: Glühfäden im Vakuum bei den Kohlenfadenlampen, Glühstäbchen ohne Vakuum bei den Nernstlampen und glühende verbrennende Kohlenspitzen unter Luftzutritt oder Luftabschluß bei den elektrischen Bogenlampen.

Die Erwärmung von Widerstandspiralen gewährt ein einfaches willkommenes Mittel, Öfen auf gleichbleibender Temperatur zu halten, Flüssigkeiten zu kochen, Emaile zu schmelzen oder ganze Räume zu heizen.

Die chemischen und elektrochemischen Formen der Kraft, welche in den galvanischen Elementen und Akkumulatoren tätig sind, erzeugen durch die sogenannte Elektrolyse Umwandlungen von Stoffen, die in Wasser löslich sind. Die Heilkunde macht insofern auch Gebrauch von dieser Kraftform, als man z. B. Jod mit Hilfe des elektrischen Stromes durch ein Gelenk hindurchführen kann. Auch die Bildung von Ozon durch Elektrisieren von atmosphärischer Luft oder des Sauerstoffs benutzt die Heilkunde vielfach mit Erfolg, so daß man neuerdings das Ozon auch zur Keimtötung im Trinkwasser gebraucht. Kurz das Anwendungsgebiet der Elektrizität ist so groß, daß deren Benutzung allgemeine Ausbreitung in Wissenschaft und Technik gefunden hat.

I. Die Erzeugung der Elektrizität.

Bei gewissen Bewegungen, die wir als Elektrizität bezeichnen, und denen wir die Benennung als elektrischen Strom geben, unterscheiden wir Gleichstrom, Wechselstrom und je nach ihrer Erzeugungsart Schwachstrom oder Starkstrom. Nach der Höhe der Spannung unterscheiden wir auch niedrig gespannte und Hochspannungs-Ströme.

Während in früheren Zeiten der Arzt hauptsächlich auf galvanische Elemente angewiesen war, stehen demselben heute eine große Reihe von sogenannten Stromquellen zur Verfügung. Gleichstrom gewinnen wir durch galvanische bzw. Primärelemente, Sekundärelemente bzw. Sammler oder Akkumulatoren, Thermosäulen, Dynamomaschinen bzw. aus den damit gespeisten Leitungsnetzen. Wir werden nachstehend diese verschiedenen Vorrichtungen genauer kennen lernen und wenden uns zunächst dem ersten Abschnitt derselben zu.

1. Galvanische bzw. Primärelemente.

Eine für viele Zwecke sehr bequeme jedoch verhältnismäßig kostspielige Erzeugung der Elektrizität geschieht durch galvanische Elemente bei denen, in ein und demselben oder auch in zwei verschiedenen Elektrolyten, die durch eine Scheidewand getrennt sind, als die eine Elektrode metallisches Zink und als die andere Elektrode Kupfer, Platin, Kohle meistens dienen. Das Zink als negative Elektrode wird bei diesem Erzeugungsprozeß im Elektrolyten aufgelöst, die Kohle bleibt praktisch unverändert, es werden jedoch bei gewissen Elementen, z. B. bei den Zink-Kupferelementen, metallische Niederschläge auf der Kupferelektrode erzeugt.

Bei allen galvanischen Elementen muß durch geeignete Zusammensetzung ihrer Elektroden bzw. des Elektrolyten dafür gesorgt werden, daß der sich bildende Wasserstoff, der sich auf den Elektroden-Oberflächen ansetzt, entfernt wird. Man benutzt für

diese Zwecke entweder Depolarisation durch Salz- bezw. Säurelösungen oder durch Metalloxyde. Je nachdem die Erzeugung des depolarisierenden Sauerstoffes schnell oder langsam erfolgt, richtet sich das Anwendungsgebiet der verschiedenen galvanischen Zellen. Elemente, bei denen die Depolarisation sehr langsam vor sich geht, sind nur für geringe Stromstärke und zeitweise kurze Benutzung geeignet, es sind dies besonders Elemente mit Depolarisation durch Salze oder Metalloxyde, wie z. B. die Elemente von Meidinger und Leclanché, während Elemente mit Depolarisation durch Säuren, wie z. B. diejenigen nach Bunsen oder Grove sowie die sogenannten Tauchbatterien, für stärkere Beanspruchungen geeignet sind. Es gibt jedoch auch Primärelemente mit Depolarisation durch Metalloxyde bezw. Alkalisalze, welche für stärkere Ströme und auch auf längere Zeit gebraucht werden können, hierher gehören z. B. Elemente nach Lalande und das Kupronelement von Umbreit und Matthes.¹⁾

Für gewisse Zwecke bedarf man außer den Batterien und sonstigen stromerzeugenden Vorkehrungen auch noch verschiedener Hilfsapparate. Wir wollen nachstehend die verschiedenen Einrichtungen für diese Zwecke näher kennen lernen.

Die allgemeine Anordnung der elektrochemischen Stromerzeuger ist folgende: In einem runden oder viereckigen Gefäß, das meistens aus Glas oder anderen isolierenden Stoffen die keine Feuchtigkeit aufnehmen bezw. von Salzen oder Säuren nicht angegriffen werden, bestehen, befinden sich, von flüssigen Elektrolyten umgeben, die Elektroden. Bei den weitaus meisten Elementen dient für den negativen Pol eine Zinkelektrode, die in Form einer Platte, eines Cylinders, oder eines Kolbens verwendet wird. Bei den sogenannten Trockenelementen verwendet man wohl auch direkt die Zinkelektrode als Behälter, so daß kein besonderes Gefäß erforderlich ist. Man muß jedoch bei Verwendung dergleichen Elemente die Zinkbecher voneinander sorgfältig isoliert halten.

Als positiver Pol sind verschiedene Metalle wie Kupfer, Silber, Platin und auch Kohle in Verwendung. Hauptbedingung für die gute Wirksamkeit der Elektroden ist, daß dieselben mit geringem Abstand voneinander getrennt im Gefäß aufgestellt sind, so daß die Elektroden des einen Pols mit denjenigen des andern Pols sich

¹⁾ Ausführliche Beschreibungen von Batterien bietet das Werk: „Galvanische Elemente der Neuzeit“ von Joh. Zacharias, Wilhelm Knappe, Halle a. S.

Tabelle gebräuchlicher

Name des Elementes	Elektrolyte bzw. Elektroden	
	amalgamiertes Zink in:	Kupfer in:
Daniell	Schwefelsäure, Zinksulfat 1:7—1:22	Kupfersulfat, gesättigt
Meidinger	Kochsalz oder Bittersalz	" "
Calland	" " "	" "
Kohlfürst	" " "	" "
Crawfoot, amerik. El. . . .	" " "	" "
Lockwood	" " "	" "
Krüger, D. Reichs- u. Teleg- Verwaltung	" " "	" "
Siemens Pappement	" " "	" "
Lalande	Ätzkali	Kohle mit Braunstein u. Kupferoxyd Ätzkali
Hertel	"	desgl.
Bunsen	Schwefelsäure 1:12	Kohle in rauchende Salpetersäure
Grove	" 1:4—1:12	Platin spez. Gew. 1,83
Tauchelement	Chromsäure	Kohle in Chromsäure
Marié Davy	Schwefelsäure 1:12	Kohle mit Schwefels. Quecksilberoxyd, als Brei
Chlorsilber-Element	Salmiak, Chlorzink, Kali- hydrat	Silber mit Chlorsilber
Upward Gasbatterie	Chlorwasser od. Chlorgas	—
Leclanché Barbier	Salmiaklösung	Kohle in Salmiaklösung
Galvanophor	Chlorzink	Chlorzink
Hydra trocken	"	"
Etoile	"	"
Bloc	Salmiaklösung	Salmiaklösung
Hellesen	"	"
Gassner	Zinkoxyd	Zinkoxyd
E. C. C.	unbekannt	unbekannt
Hydra naß	Salmiak oder Chlorzink	Salmiak oder Chlorzink
Gnom	Salmiaklösung	Salmiaklösung
Fleischer	"	"
Reformelement naß	Salmiakcalcidumlösung	Salmiakcalcidumlösung

nicht berühren. Außerdem ist es notwendig, daß die Ableitungen an den einzelnen Polen gute Verbindung mit den Elektroden haben. — Wir kennen kein stärkeres Oxydationsmittel als den elektrischen Strom, und da die Elektroden im Betriebe sehr leicht feucht werden, so entsteht an den Verbindungsstellen Elektrolyse,

galvanischer Elemente.

Innerer Widerstand Atm.	Klemmen- spannung Volt	Bemerkungen
1,0	0,98—1,08	für schwache Ströme, wenig mehr in Verwendung.
neu 5—6 alt 6—10	1,18	für Ruhestrom bei Eisenbahn-telegraphen.
"	0,98—1,02	bei französischen und österreichischen Telegraphen-Verwaltungen.
"	"	auf den böhmischen Eisenbahnen.
1,5—2,0	1,18	in Nordamerika bei Telegraphen-Verwaltungen.
"	1,10	" " " " "
3—8,5	0,99—1,0	bei der Deutsch. Reichs-Telegr.-Verwaltung.
4—10	1,1—1,2	für Meßbatterien.
—	0,7—0,9	für Beleuchtung und Elektromotoren, Laden von Akkumulatoren.
—	1,1—1,35	desgl.
0,2	1,9	in Laboratorien.
—	1,7—2,0	" "
—	2,0	" "
—	1,45	für Ärzte, Feldtelegraphen.
—	1,10—1,64	für ärztliche Zwecke.
—	2,1	für Starkstrom, Laden von Akkumulatoren.
—	1,4	für Haustelegaphen, Telephonanlagen auch als transportable Batterien.
0,15—0,4	1,5—1,6	desgl.
0,08—0,3	"	desgl.
0,2—1,06	"	desgl.
0,10—0,27	"	desgl.
0,10—0,5	1,5	desgl.
—	1,3	desgl.
—	1,45	desgl.
0,04—0,08	1,5—1,6	desgl. nicht transportabel.
0,15	"	desgl.
0,4	1,4	desgl.
0,02—0,05	1,7	für Zündungen, Treppenbeleuchtung.

welche die Metallverbindungen und Ableitungen unter Umständen zerstört. Es muß daher die größte Sorgfalt bei der Herstellung dieser Verbindungen und im Betriebe der Elemente bezüglich der Überwachung verwendet werden, um Störungen zu vermeiden.

Man findet sehr oft keine richtige Vorstellung, nach welchen

Gesichtspunkten man galvanische Elemente verwenden darf. Vor allen Dingen muß man berücksichtigen, daß, abgesehen von sonstigen Einrichtungen und Umständen, die Leistungsfähigkeit der galvanischen Elemente von der Oberfläche der Elektroden abhängig ist. D. h. man soll aus kleinen Elementen keine hohe Stromstärke entnehmen.

Die Spannung der galvanischen Elemente ist bei allen Größenverhältnissen dieselbe, sie hängt nicht von der Oberfläche, sondern von der Beschaffenheit oder Natur der einzelnen Elektroden ab. Des weiteren hat auf die Höhe der Spannung die Beschaffenheit der Oberfläche und des Elektrolyten gewissen Einfluß. Über die Klemmenspannung der verschiedenen Elemente gibt die Tabelle auf Seite 10 u. 11 aus dem Werke „Galvanische Elemente der Neuzeit“, hinreichende Auskunft.

Es sind zahlreiche Typen und Konstruktionen in Gebrauch, von denen die hauptsächlichsten nachstehend beschrieben werden sollen.

Das nasse Leclanché-Element.

Für viele Zwecke genügt ein gepreßter Körper aus Kohle, Braunstein und einem Bindemittel, der später gegläht ist, wie z. B. in Abb. 1 und 2, und isoliert in einem Glasgefäß von einem Zinkring umgeben steht. Für geringe Stromstärken genügt an Stelle des Zinkringes schon ein Zinkstab.



Abb. 1.

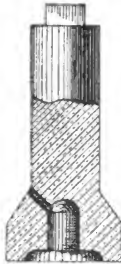


Abb. 2.

Als Elektrolyt dient eine konzentrierte Lösung aus Salmiak (Chlorammonium), Kochsalz (Chlornatrium) oder Salmiakcalcidum (Calciumoxychlorid). Das letztere Salz ist besonders für derartige nasse Elemente geeignet, bei dessen Anwendung sich auch kein Salz an den Rändern der Gläser absetzt, wie dies besonders beim Salmiak der Fall ist.

Ein sehr einfaches und viel gebrauchtes Element, das man sich zur Not auch selber anfertigen kann, ist in den Abbildungen

3 bis 4 abgebildet. Um einen Kohlenstift oder eine Kohlenplatte ist eine Mischung von gutem Graphit mit zwei Drittel gutem

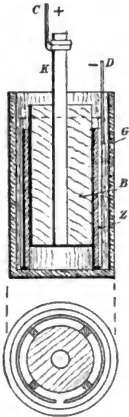


Abb. 3.

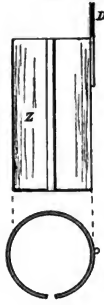


Abb. 4.

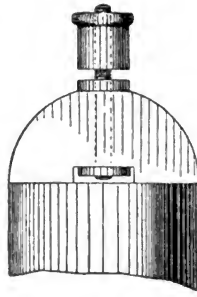


Abb. 5.

Braunstein darum gepreßt. Die Pressung ist in dünne Leinwand eingebunden und an vier isolierenden Stäbchen befestigt, welche



Abb. 6.



Abb. 7.



Abb. 8.

die Kohlenelektrode etwas über dem Boden festhalten. In dem Gefäß G steht der Zinkcylinder Z mit einem angelöteten Bleistreifen D. Die Ableitung vom Kohlenstift K wird durch einen

fest umgewürgten Kupferdraht C bewirkt. Das obere Ende der Kohle muß zuvor in glühendem Zustande in Paraffin getaucht sein, damit keine Feuchtigkeit hoch steigt, welche den Draht zerstören könnte. Lötstellen und Würgestellen sind anzuwärmen und mit Asphaltlack zu lackieren.



Abb. 9.
Leclanché-Barbier-Element.



Abb. 10.
Verschlossenes Element.

Man verwendet die verschiedensten Polklemmen an den Kohlenelektroden. Abb. 5 zeigt z. B. eine Schraubklemme für Kohlenzylinder nach der Konstruktion von Conradty. Für Kohlenstifte wählt man wohl auch die Konstruktion Abb. 6. Die Würgestelle am oberen Ende der Kohlenstifte ist noch einmal

in Abb. 7 in größerem Maßstabe abgebildet. Der verzinnte Kupferdraht wird zweimal um die Kohle herumgelegt und dann festgewürgt. An Stelle der Würgestelle nimmt man wohl auch eine gut passende Metallkappe, wie in Abb. 8. — Viel in Gebrauch ist auch eine Abänderung des nassen Leclanché-Elements von Barbier Abb. 9. — Ein verschlossenes Element von Reiniger, Gebbert & Schall ist in Abb. 10 abgebildet.

Trockenelemente.

Nach Art der nassen Leclanché-Elemente sind auch die sogenannten Trockenelemente eingerichtet, bei welchen der Elektrolyt durch eine Gipspaste oder Sägemehlfüllung am Auslaufen verhindert wird. Derartige Elemente sind sehr handlich und lassen sich in jeder beliebigen Größe herstellen. Man darf sie jedoch nicht dauernd beanspruchen, auch sollen sie im Verhältnis zur Leistung nicht zu klein gewählt werden, da sie sonst sehr bald ausgebraucht und dann wertlos werden. Im übrigen sind solche Elemente bei guter Herstellung sehr viel leistungsfähiger als ein nasses Leclanché-Element.

Abb. 11 bis 12 zeigt ein solches Trockenelement in wagrechtem und senkrechtem Schnitt. In dem Zinkbecher Z liegt unten eine Isolierscheibe S, darauf steht die Kohlenelektrode K mit der Presung B. Der Raum A zwischen den Elektroden ist mit geeignetem Material ausgefüllt. Als Verschuß dienen die beiden oben aufgegossenen Harzschichten G und P. An dem Zinkbecher ist die Polklemme k angelötet und an der Kohle der Draht p festgeschraubt. Zur Abführung der bei der Benutzung sich bildenden Gase dient ein Röhrchen R, das in Abb. 12 nochmals in größerem Maßstabe abgebildet ist. Der Querschnitt Abb. 13 zeigt noch eine Papphülse um den Zinkbecher, wie derselbe bei dem System Hellesen von Siemens & Halske angewendet wird. Neuerdings fertigt man nach Art der Trockenelemente sehr handliche, leichte Taschenbatterien, die für Lampen, Leuchtstäbe, Uhrstände u. s. w. in großem Maßstabe verwendet werden.

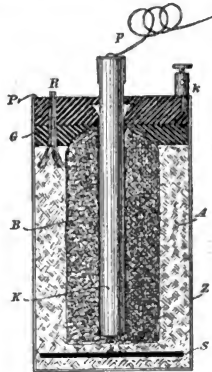


Abb. 11.



Abb. 13.



Abb. 12.

Tauchelemente.

Für hohe Stromstärke und kurzen Gebrauch eignen sich insbesondere die Chromsäure-Elemente, bei welchen der Elektrolyt aus verdünnter Schwefelsäure und Kalium- oder Natriumbichromat besteht. Man nimmt gewöhnlich die folgende Zusammensetzung:

Kaliumbichromat	77,5 g.
Konzentrierte Schwefelsäure	78,5 ccm
Wasser	750,0 ccm.

Die in Abb. 14 abgebildete Form mit bauchiger Flasche enthält gewöhnlich zwei Kohleplatten, zwischen denen eine Zink-



Abb. 14. Chromsäure-Tauchelement.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 15. Batterie für Kaustik.



Abb. 16. Tauchbatterie.

platte gesenkt und gehoben werden kann. Man vereinigt wohl auch mehrere derartige Elemente in einem gemeinsamen Kasten, wie sie für Kaustik und Endoskopie gebraucht werden, Abb. 15. — Sehr bequem ist auch die Anordnung Abb. 16 auf fahrbarem Tisch mit Kurbelvorrichtung zur Bewegung der Elektroden. — Eine große Batterie in besonderem Schrank mit Regelwiderständen und Schaltvorrichtungen nach Dr. Faber zeigt Abb. 17, wie sie von der Firma Reiniger, Gebbert & Schall geliefert werden.

Für kleine transportable Induktionsapparate sind vielfach die beiden nachstehenden Konstruktionen in Gebrauch, Abb. 18, das

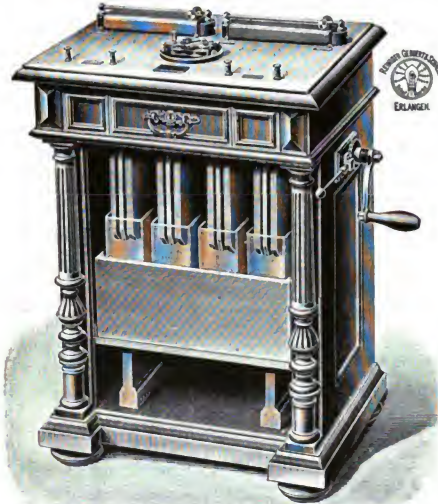


Abb. 17. Stationäre Batterie.

sogenannte Spämerelement, bei welchem der Zinkstab entfernt und durch einen Gummipfropfen ersetzt werden kann, während bei dem Grenetelement, Abb. 19, das Zink hochgezogen und umgeklappt werden kann.

Eine größere Anzahl von Elementen kann man je nach Bedarf, wie in Abb. 20, nebeneinander oder hintereinander schalten. Bei zahlreichen in einem Kasten vereinigten Ele-



REINIGER, GÖRGEN & SCHALL, ERLANGEN, GERM.

Abb. 18.



Abb. 19.
Grenetelement.

Zacharias und Músch, Elektromedizinische Apparate

menten müssen die Verbindungen wie z. B. in Abb. 21 sehr sorgfältig isoliert und so geführt werden, daß sie einander nicht berühren

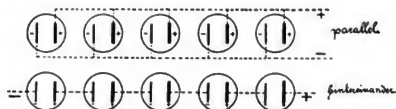
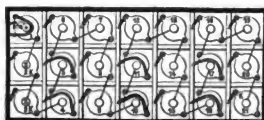


Abb. 20. Element-Schaltungen.

oder bei Gebrauch der Batterie nicht beschädigt werden können. Jedes Element muß leicht herausgehoben, gereinigt und gefüllt werden können.



REINIGER, GEBBERT & SCHALL, ERLANGEN.

Abb. 21. Element-Verbindungen.

Man hat eine große Zahl von Einrichtungen für die verschiedenen Zwecke getroffen, um den Anforderungen der Heilkundigen Genüge zu leisten. So zeigen die Abb. 22 und 23 z. B. kleine transportable Batterien für dermatologische Elektrolyse (Epilation etc.). Der



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 22. Batterie für Elektrolyse.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 23. Transportable Batterie mit trockenen oder nassen Leclanché-Elementen.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 24. Konstante Tauchbatterie.

Apparat Abb. 22 ist mit Chromsäure-Tauchbatterie nach Dr. Joseph ausgerüstet, derjenigen Abb. 23 nach Dr. Jourdan mit 6 Leclanché-Elementen. —



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 23. Transportable konstante Tauchbatterie.

Für viele Zwecke sind auch die sogenannten konstanten Tauchbatterien in Verwendung, wie sie in Abb. 24 und 25 abgebildet sind. Bei der ersteren Konstruktion ist ein doppelter Zellschalter auf dem Deckel der Batterie angebracht, während in der Konstruktion Abb. 25 die Wahl der Elemente durch Verbindungsschnüre erfolgt. Eine transportable Batterie für nasse oder trockene Leclanché-Elemente ist in Abb. 26

dargestellt. — Als stationäre Apparate für Galvanisation, Faradisation, elektrische Bäder, Elektrolyse und Kataphorese verwendet



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 26. Transportable Leclanché-Batterie.

man meistens größere Schränke, wie sie z. B. in den Abb. 27 und 28 nach der Ausführung der Herren Reiniger, Gebbert & Schall wiedergegeben sind.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 27. Stationärer Apparat für mehrfache Verwendung.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 28. 'Stationärer Apparat'.

Starkstromelemente.

Die zuvor beschriebenen Elemente sind für dauernden Stromschluß und meistens auch für höhere Stromstärke nicht geeignet.

Die Chromsäure-Tauchelemente geben zwar im ersten Augenblick des Stromschlusses bedeutende Stromstärken ab, welche jedoch sehr bald nachlassen. Diese Elemente entwickeln außerdem ähnlich wie diejenigen nach Grove und Bunsen, sehr lästige Dämpfe, die außerdem noch durch Oxydation die Apparate beschädigen.

Elemente, die diesen Übelstand nicht haben, und ähnlich wie die Akkumulatoren längeren Stromschluß vertragen, sind diejenigen von Lalande, die später von Edison und dann auch von Hertel sowie Umbreit & Matthes in verschiedener Ausführungsform abgeändert wurden. Es sind dies Zink-Kupferelemente mit einer Lösung von Ätznatron oder Ätzkali als Elektrolyt. Zur Depolarisation dient außer dem Sauerstoff des Elektrolyten auch noch Kupferoxyd, das in Gestalt von gepreßten und gebrannten Platten oder Zylindern auf Drahtgeflecht von Kupfer oder dergl. angebracht ist. Große Elemente dieser Art können mit bedeutenden Stromstärken z. B. für elektrische Beleuchtung oder zum Laden von Akkumulatoren verwendet werden. Sie sind zwar in der Anschaffung teuer, während ihr Betrieb nicht allzu große Kosten verursacht. Die Anfangsspannung dieser Elemente beträgt etwa ein Volt, die jedoch im praktischen Gebrauch auf 0,8 bis 0,75 Volt herabgeht.

Es gibt eine große Zahl von verschiedenen sonstigen Elementen, auf die wir jedoch hier nicht weiter eingehen wollen, da sie kaum im praktischen Gebrauch eine Bedeutung erlangt haben. Wer sich dafür interessiert, wird im nachstehenden Literaturverzeichnis Werke finden, welche hinreichende Aufklärung darüber geben. Wir gehen daher jetzt zu den Sekundär-Elementen über.

Literatur über Galvanische Elemente.

Alfred Niaudet, deutsch von W. Ph. Hauck. „Die Galvanischen Elemente von Volta bis Heute.“ Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig 1881.

W. Ph. Hauck. „Die Galvanischen Batterien“ (Akkumulatoren und Thermosäulen). A. Hartleben, Wien 1883.

Henry S. Carhart, deutsch von Paul Schoop. „Die Primärelemente.“ Wilh. Knapp, Halle a. S. 1895.

Dr. Franz Peters. „Angewandte Elektrochemie“ 1. Band: „Die Primär- und Sekundärelemente.“ A. Hartleben, Wien 1897.

Joh. Zacharias. „Galvanische Elemente der Neuzeit“, Herstellung, Einrichtung und Leistung nach praktischen Erfahrungen. Wilh. Knapp, Halle a. S. 1899.

W. R. Cooper. „Primary Batteries“, Theorie, Konstruktion und Gebrauch. The Electrician London 1901.

2. Akkumulatoren.

Unter einem Akkumulator versteht man eine Vorrichtung, welche es ermöglicht, durch Primärelemente oder elektrische Maschinen erzeugte elektrische Energie zu sammeln, um sie für späteren Gebrauch nach Belieben am Orte der Stromerzeugung oder auch an einem davon entfernt gelegenen Orte zu verwenden. Die Akkumulatoren, auf deutsch Strom-Sammler oder -Speicher genannt, haben den gleichen Zweck beim elektrischen Strom, wie die Gasbehälter in der Gastechnik.

Um die Aufspeicherung der elektrischen Energie zu bewirken, stellt man in geeigneter Weise präparierte Bleiplatten in passende Gefäße, welche mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt sind und zwar so, daß die Platten sich nicht gegenseitig berühren. Wird nun durch diese Platten, ihren Dimensionen entsprechend, elektrischer Strom eine gewisse Zeit lang zugeführt, so verändert sich das Aussehen und der chemische Zustand der Platten. Je länger man den elektrischen Strom auf die Platten wirken läßt (Ladung der Akkumulatoren), desto mehr Strom nehmen sie verhältnismäßig auf. Wenn der Akkumulator zwischen seinen Platten zahlreiche Gasblasen entwickelt, so ist dies ein Zeichen, daß die Ladung bald beendet sein wird. Eine weitere Zuführung von elektrischem Strom würde nutzlose Stromvergeudung sein, außerdem eine Überladung des Akkumulators bedeuten, welche diesem schädlich ist.

Nachdem der Akkumulator geladen ist, d. h. nachdem der elektrische Strom die in den Platten enthaltenen Metalloxyde derartig umgewandelt hat, daß bei Verbindung der Pole einer oder mehrerer Zellen mit einem Strom oder Kraft verbrauchenden Apparate, beispielsweise einer Glühlampe oder einem Elektromotor, die Platten die zuvor aufgenommene Energie als elektrischen Strom wieder abgeben, so nennt man diesen Vorgang die „Entladung“ des Akkumulators.

Unterschied zwischen Primär- und Sekundär-Element.

Die Akkumulatoren sind also Apparate, welche nicht, wie die galvanischen Primärelemente, selbst Strom erzeugen, sondern sie bedürfen zuvor der Zuführung des elektrischen Stromes aus einer besonderen Stromquelle. — Die Unterhaltung der galvanischen Primärelemente ist ziemlich kostspielig, während die Akkumulatoren nach einmaliger Anschaffung Strom in beliebiger Menge, auch in

beliebiger Zeit (je nach Größe und Gewicht der Zellen) liefern. Sind die Akkumulatoren erschöpft, d. h. haben sie ihre Energie bis zu einer gewissen Grenze abgegeben, so können sie immer wieder von neuem von einer Dynamomaschine oder anderer Energiequelle, welche den elektrischen Strom genug billig liefert, geladen werden und bleiben jahrelang brauchbar; sie bilden also eine stets bereite, sehr bequeme Stromquelle.

Herstellung der Akkumulatoren.

Oberflächliche Zusammenstellung des Herstellungsprozesses.

Hierhin gehören: die Anfertigung der Zellen, der Rahmen oder Massenträger, die Eintragung der Masse in die Träger (das Schmieren der Platten), das Einbauen und Verlöten der Platten in die Zellen und bei transportablen Batterien: das Verschließen der Zellen, Zusammenlöten der Platten und Zusammenfügen der fertigen Zellen in Kästen zu ganzen Batterien.

Im Gegensatz zu den Planté-Platten aus massiven, formierten Bleiplatten verwendet man nur leichte Bleirahmen, die mit Masse gefüllt sind. Durch die Zubereitung erhalten die Platten charakteristische Färbung und Eigenschaft.

Die dem positiven Strom ausgesetzten Platten werden braun (zu Superoxyd oxydiert) und die negativen Platten werden hellgrau (zu Bleischwamm reduziert). Stellt man nun eine Anzahl solcher negativen und positiven Platten in wechselnder Reihenfolge in einem passenden Gefäß mit Säure zusammen, verlötet die Platten gleicher Polarität durch einen Bleistreifen miteinander, so hat man eine fertige Akkumulatorzelle. Andere Metalle für die Verbindungen der Platten sind ungeeignet, da sie durch die Schwefelsäure zerstört werden.

Die Zellengefäße, welche man zum Zusammenbauen von Akkumulatorenbatterien verwendet, bestehen neuerdings für transportable Batterien vorwiegend aus Celluloid, weil dasselbe schwer zerbrechlich und sehr leicht ist. Für einige Zwecke sind auch noch gläserne Gefäße und auch solche aus Hartgummi im Gebrauch.

Je nach der verlangten Stromstärke und der Zeit, während welcher die Akkumulatoren Strom liefern sollen, kommen die in verschiedenartigen Dimensionen hergestellten Platten in entsprechender Anzahl in einer Zelle zur Verwendung, so daß hierdurch die

Leistungsfähigkeit (Kapazität) einer Zelle in beliebigen Grenzen erzielt werden kann.

Die transportablen Zellen erhalten, um das Auslaufen der Säure zu verhüten, einen Deckel, der am Rande und um die Ableitungen der Platten herum verkittet wird. Zum Nachfüllen und Kontrollieren der Säure (spez. Gewicht) mittelst Aräometer ist außerdem im Deckel eine Öffnung vorhanden, welche beim Laden den Gasen Abzug gestattet.

Verwendung der Akkumulatoren.

Die Akkumulatoren, insbesondere die transportablen, bieten eine sehr bequeme Quelle der elektrischen Energie, man hat sie daher in den letzten Jahren für die verschiedensten Zweige der Technik und des häuslichen Bedarfes angewendet.

Wo eine gute und bequeme Beleuchtung nötig ist, speist man damit elektrische Glühlampen, wie z. B. in Wohnräumen, an feuergefährlichen Orten, ferner zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen, Reklamewagen, eleganten Privatkutschen, sowie für medizinische Zwecke. Jede größere Bühne, jeder Zirkus bedarf heute der Akkumulatoren für Effektbeleuchtung oder dekorative Beleuchtungszwecke. Ebenso werden dieselben zum Antrieb von Elektromotoren bei Zahnärzten, für elektrische Bäder, Galvanokauter u. s. w. gebraucht. Die Staatstelegraphen, die Telephonanlagen, Haustelegraphen, die Röntgen-Ateliers, die Galvanoplastik, sie alle können heute den Akkumulator nicht entbehren. Auch finden die Akkumulatoren große Verwendung für elektrische Boote, Trambahnen etc.

Für diese so sehr verschiedenen Zwecke sind natürlich auch Akkumulatoren von ganz verschiedener Konstruktion und Leistungsfähigkeit notwendig, und muß man für jeden Zweck eine entsprechend passende „Type“ wählen.

Auswahl der Type.

Da die normale Spannung einer Akkumulatorenzelle, ob groß oder klein, 2 Volt beträgt, während die elektrische Energie (Kapazität) sich aus 2 Faktoren, nämlich Stromstärke (Ampère) und Spannung (Volt) bildet, welche man als Volt-Ampère oder Watt bezeichnet, so pflegt man die Leistung nicht in Volt-Ampère- oder Wattstunden, sondern nur in „Ampèrestunden“ auszudrücken.

Unter „Ampèrestunden“ versteht man, daß eine bestimmte

Stromstärke, gemessen in Ampère, eine gewisse Anzahl von Stunden wirkt. Wenn beispielsweise von einem Akkumulator gesagt wird, daß er 25 Ampèrestunden Kapazität hat, so ist dies dahin aufzufassen, daß derselbe 25 Stunden lang 1 Ampère hergibt oder 10 Stunden lang $2\frac{1}{2}$ Ampère u. s. w.

Es ist nun besonders zu beachten, daß, je größer die Entladestromstärke für eine Akkumulator-Batterie gewählt wird, desto kleiner sich die Kapazität stellen wird. Ebenso ist es nicht gleichgültig, ob man mit bestimmter Stromstärke ohne Unterbrechung oder in längeren Pausen entladet. Bei der Angabe der Kapazität eines Akkumulators versteht man stets die Entladung ohne Unterbrechung. Entladet man indessen eine Zelle zunächst bis auf etwa die Hälfte, läßt sie dann 24 Stunden ruhen und entladet sie dann mit derselben oder einer geringeren Stromstärke, so ist die Kapazität bei weitem höher und beträgt bis zum Doppelten einer gleichbleibenden Entladung. Gewöhnlich entladet man bis zu einem Spannungsabfall von 1,85 Volt, und auf diesen bezieht sich also auch die von den Fabriken und in den Preislisten angegebene Kapazität.

Die Entladung, die Stromstärke, mit welcher entladen wird, kann in weiten Grenzen beliebig gewählt werden, es ist jedoch für die Haltbarkeit der Platten von großem Vorteil, wenn im allgemeinen für die Ladung sowohl wie für die Entladung die normale Stromstärke nicht überschritten wird.

Die Größe der Zellen richtet sich nach dem Stromverbrauch, bezw. für Beleuchtungszeit nach der Anzahl der Glühlampen, deren Stromverbrauch und der Brennzeit der Lampen.

Zunächst muß man sich darüber klar sein, während welcher Zeit und wieviel Strom gebraucht wird. In zweiter Linie ist dann die erforderliche Spannung und somit die Zellenzahl zu bestimmen. Da bei geringer Spannung die Stromstärke relativ hoch wird, pflegt man die letztere für kleinere Glühlampen von wenigen Kerzenstärken zu 6—8 Volt (also 3—4 Zellen) zu wählen, für Lampen von 10 bis 12 Kerzen nimmt man etwa 16, 24 oder 30 Volt und für 16kerzige Lampen: 30, 50, 90 und 110 Volt.

Für rationelle Lampen ist es vorteilhaft, die Spannung, also die Zellenzahl möglichst hoch zu wählen, da die Lampen für niedrige Spannung, also hohe Stromstärke, unwirtschaftlich arbeiten und wegen zu starker Erhitzung nicht lange halten.

Die für diese verschiedenen Spannungen der Glühlampen er-

forderlichen Stromstärken sind aus den Preislisten über Glühlampen zu entnehmen. Aus der gleichzeitig in Gebrauch kommenden Lampenzahl ergibt sich sodann die gesamte Stromstärke. Bei einer Batterie müssen alle Lampen, auch diejenigen verschiedener Kerzenzahl, die gleiche Spannung haben. Für die meisten Zwecke ist eine Glühlampe von 12 Kerzen hinreichend, auch kann man oft schon mit 3- bis 10kerzigen Glühlampen auskommen, wodurch bedeutend an Strom gespart wird. Die sonstigen in der Heilkunde gebrauchten elektrischen Apparate benötigen gewöhnlich keine bedeutende Stromstärke, nur für die Glühdrahtschleife braucht man wohl auf kurze Zeit bis 10 Ampère.

Es empfiehlt sich ferner, die Akkumulatoren-Zellen nicht zu klein auszuwählen, damit eine gewisse Stromreserve für etwa spätere Vergrößerung der Lampenzahl oder für zeitweise längere Benutzung stets vorhanden ist und in jedem Falle eine zu starke Beanspruchung der Zellen vermieden wird.

Außer der Kapazität der benötigten Batterie ist auch noch der Verwendungszweck bei der Bestellung maßgebend, da für die verschiedenen Zwecke Batteriekästen mit abweichenden Einrichtungen nötig sind. Insbesondere spielt bei transportablen Zwecken oft der verfügbare Raum eine große Rolle.

Für den Besteller handelt es sich hauptsächlich darum, welcher Raum und welches Gewicht für die Batterie zulässig sind.

Man wird für kleinere Zwecke, wie für Telephone, mit einer Zelle, für Haustelegraphenbetrieb mit ein bis vier Zellen in einer Reihe auskommen, ebenso genügen etwa vier Zellen für Nachtbeleuchtung im Schlafzimmer oder für Treppenbeleuchtung, medizinische Zwecke, Kutschenbeleuchtung, während für dauernde Beleuchtung mit größerer Kerzen- oder Lampenanzahl mindestens vier oder acht event. je nach der Kerzenstärke auch mehr Zellen hintereinander zu verbinden sind. Ebenso für Telegraphen braucht man bis 50 Zellen, für Effektbeleuchtung ca. 20, für Boote und Kutschen event. noch mehr. Um für transportable Zwecke das Gewicht der Batteriekästen nicht übermäßig zu erhöhen, vereinigt man gewöhnlich vier Zellen zu einem Kasten, der höchstens 50 kg wiegen darf.

Bei Anfragen und Bestellungen ist vor allen Dingen genau und ausführlich anzugeben, für welchen Zweck die Zellen bestimmt sind, was sie leisten sollen und welche Ausstattung für die Batteriekästen gewünscht wird.

Beispiel 1. Für eine Lampe braucht man bei 2 Kerzen einen Akkumulator von achtestündiger Brennzeit. Man verwendet hierfür Lampen von 6 Volt mit einem Energieverbrauch von 2 Watt per Kerze, also 4 Watt pro Lampe, und hieraus ergibt sich die Stromstärke von $4:6 = 0,67$ Ampère und daraus die Kapazität für achtestündige Brenndauer, nämlich $0,67 \times 8 = 5,36$ Ampère-Stunden. Für diese Leistung genügen 3 Zellen einer kleinen Type.

Beispiel 2. Für eine Nachtbeleuchtung soll eine Lampe von 5 Kerzen täglich eine Stunde brennen, der Akkumulator soll so groß sein, daß derselbe nur alle 30 Tage geladen werden muß. Hierzu kann man verwenden eine Lampe von 16 Volt mit 1,8 Watt per Kerze. Die Stromstärke ist also $1,8 \times 5:16 = 0,57$. Der Stromverbrauch beträgt also $0,57 \times 30 = 17,1$ Ampère-Stunden. Diese Bedingung erfüllen 8 Zellen mittlerer Größe.

Beispiel 3. In einem Zimmer sollen täglich 4 Stunden 3 Lampen von 10 Kerzen brennen, der Akkumulator soll jede Woche geladen werden. Hierzu verwendet man Lampen von 30 Volt und 2 Watt pro Kerze, der Stromverbrauch ist mithin $10 \times 2:30 = 0,67$ pro Lampe oder für 3 Lampen bei täglich 4 Stunden in einer Woche $3 \times 0,67 \times 4 \times 7 = 56,28$ Ampère-Stunden. Dieser Bedingung genügen 16 Zellen.

Beispiel 4. An Stelle von 3 Lampen sollen 6 Lampen betrieben werden, es ist also die doppelte Stromstärke erforderlich, mithin eine Kapazität von 112,56 Ampère-Stunden, hierfür genügen 16 Zellen mittlerer Größe.

Beispiel 5. Es soll eine Bogenlampe zur Effektbeleuchtung von 45 Ampère täglich 2 $\frac{1}{2}$ Stunde brennen, der Akkumulator soll alle 10 Tage geladen werden. Die Bogenlampe braucht ca. 40 Volt. Der Stromverbrauch beträgt also $4,5 \times 2,5 \times 10 = 90$ Ampère-Stunden. Es sind hierzu 20 Zellen erforderlich.

Beispiel 6. Ein galvanoplastisches Bad, welches täglich 24 Stunden gebraucht wird, benötigt 4 Volt Spannung und ca. 20 Ampère Stromstärke. Die Spannung von 4 Volt verlangt die Hintereinanderschaltung von 2 Zellen, und da eine Type von genügend großer Kapazität für eine Leistung von ca. 480 Ampère-Stunden nicht vorhanden ist, so ist man genötigt, zwei Reihen von je 2 Elementen nebeneinander zu schalten, so daß jede Zelle dann ca. $10 \times 24 = \text{ca. } 240$ Ampère-Stunden abzugeben hat, man braucht also 4 Zellen. Die Ladung muß jeden Tag erneuert werden.

Behandlung der transportablen Akkumulatoren.

Nach außerhalb versendet man Zellen nur ohne Säure, weil dieselbe austritt und dann die umgebenden Teile des Einbaues, der Verpackung etc. leicht beschädigt.

Um dies zu vermeiden, versendet man in solchen Fällen entweder eingebaute Zellen entladen und ohne Säure oder Gefäße und Platten getrennt in besonderer Verpackung.

Die wenig empfindlichen, positiven (braunen) Platten sind trocken in einer einfachen Holzkiste verpackt, während die vor Berührung mit Luft zu schützenden negativen Platten innerhalb einer luftdicht verlöteten Bleiumhüllung versendet oder zuvor stark entladen werden.

Füllung und Nachfüllflüssigkeit.

Die Flüssigkeit in den Akkumulatoren besteht aus verdünnter Schwefelsäure. Dieselbe darf nur von bekannten Schwefelsäure-Fabriken bezogen werden.

Eine Nachfüllung der Elemente hat stets zu erfolgen, sobald der obere Rand der Platten nicht mindestens 1 cm hoch mit Säure bedeckt ist. Konzentrierte Säure darf niemals in die Zellen gegossen werden.

Die Nachfüllung der Akkumulatoren muß am besten geschehen, wenn dieselben voll geladen sind.

Das Nachfüllen der Zellen erfolgt, wenn die Konzentration der Säure zu stark ist, dieselbe also über 26 Grad Beaumé zeigt, mit filtriertem Regen- oder destilliertem Wasser, und wenn die Säure unter 25 Grad Beaumé hat, mit verdünnter Schwefelsäure. Um die richtige Konzentration der Säure herzustellen, muß gewöhnlich ein gewisses Quantum Säure aus den Zellen abgesaugt werden, ehe man Wasser oder neue Säure hinzugießt. Die Nachfüllung geschieht durch einen Trichter aus Glas oder Blei, keinesfalls aber aus anderem Metall wie Blei. Die Bestimmung der Stärke der Säure erfolgt mittels eines Aräometers (Säuremesser).

Die untenstehenden Angaben geben eine Übersicht des Verhältnisses eines Aräometers nach Beaumé und dem spezifischen Gewicht der Schwefelsäure.

Säuretablelle.

Grad Beaumé	Entsprechendes spez. Gewicht nach Berthelot	Grad Beaumé	Entsprechendes spez. Gewicht nach Berthelot
19	1,145	28	1,230
20	1,154	29	1,240
21	1,163	30	1,251
22	1,172	31	1,262
23	1,181	32	1,272
24	1,191	33	1,283
25	1,200	34	1,295
26	1,210	35	1,305
27	1,220		

Bei Herstellung verdünnter Schwefelsäure muß immer die Schwefelsäure ins Wasser eingegossen werden und nie umgekehrt, keinesfalls darf warme Lösung zur Nachfüllung der Akkumulatoren verwendet werden.

Diejenigen Teile eines Akkumulators, welche hauptsächlich der Abnutzung unterworfen sind, sind die Säure und die Platten. Die Gefäße, die Verbindungen, Polklemmen und Kästen sind bei sorgfältigem Einbau nur sehr wenig der Zerstörung durch Säure unterworfen. Hauptsächlich hat man darauf zu achten, daß die Säure stets chemisch rein ist und besonders weder Chlor, noch Arsen, Salpetersäure oder irgend welche Metalle enthält, welche zerstörend auf die Platten einwirken. Es ist ferner notwendig, daß die Säure stets mindestens 1 cm hoch über dem oberen Plattenrande steht. Ist die Säure zu schwach, zeigt sie nicht die vorgeschriebenen Grade Beaumé, so ist Säure von 26—30° Beaumé zuzusetzen, ist die Säure zu stark, so ist sie durch destilliertes Wasser zu verdünnen. Konzentrierte Säure darf niemals in die Zellen gegossen werden.

Die Säure darf nur aus einer Akkumulatoren-Fabrik oder chemischen Fabriken bezogen werden, welche vom Fabrikanten als zuverlässig für die Lieferung der Säuren genannt sind.

Kurzschlüsse zwischen den Platten, die entweder durch hineingefallene Bleistückchen oder sonstige Stoffe oder durch Abblättern der Platten entstehen sollten, sind sofort durch Schütteln oder mit einem Glas- bzw. Holzstäbchen zu beseitigen oder nach unten auf den Boden zu stoßen. Unter keinen Umständen darf ein vorhandener Kurzschluß längere Zeit hindurch geduldet werden, da anderenfalls die Platten in kurzer Zeit zerstört werden. Es ist unzulässig, mit Metallstäben zwischen die Platten zu fahren.

Zellen und Kasten sind stets staubfrei und trocken zu halten, vor allen Dingen müssen die Polklemmen und Verbindungen, sowie die Deckel der Zellen stets gut gereinigt werden.

Ist der Lacküberzug an den Klemmen oder Kästen zerstört, so ist derselbe mit säurefestem Lack möglichst bald wieder zu ergänzen.

Die meisten Zellen für transportable Zwecke, werden heute aus Celluloid gefertigt, ein Material, das sehr zäh und widerstandsfähiger wie Glas, dabei ebenso durchsichtig wie letzteres ist.

Sind Zellen in Ladung begriffen, so entwickelt sich aus deren Elektrolyt bei lebhafter Gasentwicklung Knallgas, es darf also gegen Ende der Ladung unter keinen Umständen mit offenem Licht in die Zellen geleuchtet werden.

Laden und Entladen.

Die Vorgänge beim Laden.

Die positiven, wie die negativen Platten haben im entladenen, wie im geladenen Zustande eine ganz bestimmte, charakteristische Färbung, so daß man allein schon mit dem Auge den Zustand der Platten erkennen kann.

Die positiven Platten sind im allgemeinen braun, und zwar entladen ziemlich hellbraun und geladen dunkelbraun bis blauschwarz; die negativen Platten sind im allgemeinen grau, und zwar im entladenen Zustande dunkelgrau bis blaugrau, im geladenen Zustande haben sie ein hellgraues, bis bleifarbenes Aussehen.

Am Anfang der Ladung beträgt die Spannung pro Zelle im allgemeinen 2,0 bis 2,1 Volt, und die Säure ist weniger konzentriert, als bei geladenen Zellen. Ein weiteres Merkmal für den Beginn der Ladung gibt es nicht, wohl aber kann man das Fortschreiten der Ladung, und besonders auch das Ende der Ladung, an besonderen Merkmalen erkennen.

Das Fortschreiten der Ladung macht sich nämlich bemerkbar, durch allmähliches Steigen der Spannung, welche gegen das Ende der Ladung bis auf 2,5 und bei zu lange fortgesetzter Ladung bis auf 2,6—2,7 Volt per Zelle steigt. Ein weiteres Merkmal bietet die Gasentwicklung an der Oberfläche der Platten; und zwar fangen zunächst die positiven Platten an, Gas zu entwickeln; bei genügend lange fortgesetzter Ladung ist dies auch bei den negativen Platten der Fall, so daß der ganze Elektrolyt der Zelle ein milchiges Aus-

sehen bekommt, bis schließlich starke Blasen von Knallgas an der Oberfläche desselben entstehen.

Vorkehrungen zum Laden.

Bei Zellen, welche sich in Ruhe befinden, oder bei denen die Entladung begonnen hat, gibt es nur ein Merkmal für die Erkennung des Ladungszustandes: Die Konzentration der Schwefelsäure. Während nämlich bei einer entladenen Zelle der Säuregehalt des Elektrolyten 19—20° Beaumé beträgt, ist derselbe bei geladenen Zellen 24—25° Beaumé. Natürlich ist dieser normale Säuregehalt auch nur bei Zellen vorhanden, die sich in gutem, normalem Zustande befinden. Hierunter versteht man Zellen, welche gute Platten, guten Elektrolyten und vorschriftsmäßige Behandlung aufweisen, die weder Kurzschluß zwischen den Platten haben, noch bei der Entladung unter 1,85 Volt per Zelle entladen sind.

Eine jede Akkumulatorenzelle verlangt zu rationeller Ladung und möglichster Schonung der Platten eine gewisse Stromstärke, welche der Plattengröße bzw. Plattenanzahl entspricht, und ca. 2,5 Volt Spannung gegen das Ende der Ladezeit. Gewöhnlich wählt man die Stromstärke zum Laden so groß, daß die Ladung in 10 bis 15 Stunden beendet werden kann. Je kleiner die angewendete Stromstärke, desto länger die Ladezeit, aber desto höher die Aufnahmefähigkeit der Platten. Es steigt also die Kapazität, abgesehen von sonstigen Umständen, wenn man langsam mit mäßiger Stromstärke ladet; wobei die Platten auch viel mehr geschont werden, als wenn in kurzer Zeit mit hoher Stromstärke geladen würde. Umgekehrt kann man die Ladezeit abkürzen durch höhere Stromstärke, in welchem Falle jedoch gegen das Ende der Ladung die Stromstärke ermäßigt werden muß. Am vorteilhaftesten, d. h. mit Aufwand von möglichst wenig Strom und Zeit ladet man, wenn man mit höherer Stromstärke anfängt und mit geringerer Stromstärke endigt.

Die Grenzen für die Höhe der Stromstärke beim Laden und Entladen sind dadurch gegeben, daß man auf den Quadratdecimeter positiver Platte nicht über 0,9 Ampère nehmen darf. Es ist hierbei die beiderseitige Fläche aller positiven Platten in Rechnung zu ziehen.

Zum Laden bedarf man im allgemeinen einer Stromquelle, welche, je nach der zu ladenden Zellengröße und Zellenzahl die nötige Spannung und Stromstärke gibt, über deren Bemessung vor-

Zacharias und Müsch, Elektromedizinische Apparate.

stehend bereits Anleitung gegeben worden ist. Ferner ist in den meisten Fällen ein Regulierwiderstand erforderlich, um die Stromstärke in den gewünschten Grenzen zu regulieren.

Es ist sehr wichtig, beim Gebrauch von Akkumulatoren stets einen Spannungsmesser, einen Strommesser und einen Säuremesser anzuwenden, damit man immer in der Lage ist, möglichst genau die vorstehend angegebenen Grenzen bei der Ladung zu kontrollieren. Spannungs- und Säuremesser sind im Notfall noch zu entbehren, es ist aber ganz unzulässig ohne Kontrolle der Stromstärke Akkumulatoren zu laden.

Beim Laden einer einzelnen Zelle, die man in den Stromkreis einer Glühlampe eingeschaltet hat, ergibt sich die Stromstärke aus dem Stromverbrauch der Glühlampe, sobald aber eine größere Stromquelle zur Ladung einer größeren Anzahl von Zellen gebraucht wird, sollte man stets einen Ampèremeter vor die Batterie schalten, weil die Haltbarkeit der Batterie in hohem Maße abhängig ist von der Anwendung der geeigneten Stromstärken.

Das Entladen.

Im großen ganzen ist das für die Ladung Gesagte auch für die Entladung maßgebend. Beim Entladen verlieren die positiven Platten ihre dunkle, sowie die negativen ihre helle Farbe, die Spannung fällt und ebenso die Säure. Besonders darf die für jede Type (Plattenzahl bzw. Plattenoberfläche) vorgeschriebene maximale Stromstärke nicht überschritten werden. Eine geringere Stromstärke als die maximale ist in jeder beliebigen Höhe zulässig; jedoch darf die Entladung niemals länger dauern, als bis zu einem Spannungsabfall von 1,85 Volt per Zelle.

Eine Zelle, welche bis zu diesem Spannungsabfall entladen ist, soll jedoch nicht unter 19° Beaumé im Elektrolyten aufweisen.

Wird die Entladung über diese Grenze hinaus, d. h. solange fortgesetzt, bis die Spannung unter 1,85 Volt gesunken ist, so leiden die Platten unter allen Umständen. Es ist also notwendig, daß man beim Entladen stets einen Spannungsmesser zur Hand hat, der leicht transportabel ist, dessen Teilung bis 3 Volt reicht und auf dessen Skala noch einzelne Zehntel Volt abgelesen werden können.

In Ermangelung eines Spannungsmessers kann man auch eine kleine Glühlampe verwenden, welche bei 2 Volt noch normal brennt, die also bei 1,85 Volt ein sehr viel schwächeres Licht gibt.

Natürlich ist diese ungenaue Art, die Spannung zu bestimmen, durchaus nicht zu empfehlen.

Bei Zellen, die in langer Zeitdauer und mit sehr geringer Stromstärke entladen werden, wie dies z. B. im Telegraphenbetriebe oder für Mikrophon-Batterien der Fall ist, ist es gleichfalls sehr zu empfehlen, in gewissen Zeiträumen den Stand der Säure, sowie die Klemmenspannung der Zellen zu kontrollieren. In den meisten Fällen fehlt leider diese Kontrolle und man benutzt die Zellen so lange, bis sie überhaupt dienstuntauglich geworden sind, d. h. bis die Spannung derartig abgefallen ist, daß sie nur noch etwa 1 bis 1,5 Volt per Zelle ergeben, und bis die Säure soweit verbraucht ist, daß der Elektrolyt fast nur noch aus reinem Wasser besteht. In diesen Fällen bedecken die Platten sich mit Sulfaten und bekommen weiße Färbung.

Die hier eben geschilderte Behandlung von Akkumulatorenplatten ist natürlich die denkbar schlechteste, bei welcher die Platten schließlich einen weißen Überzug von Bleisulfat erhalten, welcher durch gewöhnliches Laden nicht zu beseitigen ist, sondern nur durch lang anhaltend fortgesetztes Laden mit halber Stromstärke wieder beseitigt werden kann. Ist das so gebildete Sulfat jedoch bereits hart geworden, so sind entweder die Platten vollkommen verloren oder sie müssen abgekratzt und in der Fabrik einer besonderen Behandlung unterworfen werden. Es muß also unter allen Umständen die vorgeschriebene Behandlung der Akkumulatoren inne gehalten werden, wenn man sie in dauernd brauchbarem Zustande erhalten will.

Die Zeitdauer, während welcher ein Akkumulator überhaupt brauchbar bleibt, hängt außer von der sorgfältigen und richtigen Behandlung, besonders von der Anzahl der Ladungen ab. Ein jeder Akkumulator, auch der allerbeste, geht dadurch schließlich zu Grunde, daß einerseits die positiven Platten durch die Gasentwicklung beim Laden allmählich abgeschält werden und der so entstehende Schlamm sich auf dem Boden niederschlägt, während andererseits die negativen Platten dadurch allmählich unbrauchbar werden, daß deren Masse sich verdichtet und hierdurch unwirksam wird. Die negativen Platten halten jedoch immerhin bedeutend länger, als die positiven.

Nach diesen Ausführungen ist es also am besten, wenn man jedesmal bis zum Spannungsabfall von 1,85 Volt entladet und dann erst wieder eine Ladung folgen läßt — nicht aber nach jeder

kurzen Benutzung von neuem ladet. Es ist auch vorteilhaft, wenn gewisse Ruhepausen eintreten, da hierdurch die Haltbarkeit der Platten gewinnt.

Es kommt vielfach vor, daß wenn Laien Akkumulatoren in Gebrauch nehmen und sie dabei mit ihren Versuchen nicht zurecht kommen, nicht den erwünschten Erfolg haben, sofort die Schuld der Batterie geben, ohne überhaupt in der Lage zu sein, die Gründe ihres Mißerfolges zu ermitteln oder die Apparate in ihrer Wirksamkeit zu beurteilen.

Bei dem heutigen Stande der Technik muß jeder Laie ohne weiteres annehmen, wenn er einen Akkumulator aus einer renommierten Fabrik bezieht und derselbe in Wahrheit oder nur scheinbar nicht zur Zufriedenheit funktioniert, allemal die Schuld entweder an falscher Behandlung des Akkumulators oder an den sonstigen Apparaten liegt und nicht in der Qualität zu suchen ist.

Will man sich vergewissern, daß eine Zelle, die von der Fabrik garantierte Stromstärke, bzw. Kapazität wirklich leistet, so kann man dies durch eine Kapazitätsprobe durch Vornahme von 2—3 normalen Entladungen, die ohne Unterbrechung ausgeführt werden, sehr leicht erreichen:

Zunächst wird die zu untersuchende Zelle mit normaler Stromstärke bis zum Ansteigen der Spannung auf 2,5 Volt ohne Unterbrechung geladen. Die Säure wird auf ihre richtige Konzentration geprüft, und falls dieselbe nach erfolgter Ladung nicht mindestens 24° Beaumé aufweist, durch Zusetzen von Säure mit 26—30° Beaumé, so lange verstärkt, bis man etwa 26—25° Beaumé erreicht hat. Zu diesem Zweck ist eventuell etwas vom Elektrolyten abzusaugen, um Platz für die zuzusetzende stärkere Säure zu erhalten.

Die Entladung hat gleichfalls mit normaler Stromstärke und ohne Unterbrechung zu erfolgen. Spannung und Stromstärke werden fortlaufend in gleichmäßigen, genug kleinen Zwischenräumen, wie auch die Zeit notiert. Die Entladung ist beendet, sobald die Spannung unter 1,85 Volt gesunken ist. Um die Stromstärke während der Entladung die ganze Zeit hindurch auf gleicher Höhe halten zu können, ist es notwendig, einen passenden regulierbaren Widerstand in den Stromkreis einzuschalten.

Erste Bedingung für die korrekte Ausführung derartiger Messung ist natürlich die Anwendung auf ihre Richtigkeit geprüfter Meßinstrumente und deren sachgemäße Behandlung und Anwendung. Wer keine Übung in der Ausführung solcher Messungen hat, und

nicht die geeigneten Instrumente besitzt, sollte derartige Messungen überhaupt unterlassen. Als richtige Strom- und Spannungsmesser für derartige Untersuchungen können bei dem heutigen Stande der Elektrotechnik nur die Präzisions-Meßinstrumente angesehen werden, deren Anschaffung ziemlich kostspielig ist. Die gewöhnlichen, billigen Strom- und Spannungsmesser reichen allenfalls für den gewöhnlichen Gebrauch der Akkumulatoren aus, da sie jedoch um 5—10% von einem korrekten Instrument abweichen, besonders wenn sie nicht mit Vorsicht und Sachkenntnis gebraucht werden, so sind sie für genaue Untersuchungen nicht zu gebrauchen.

Die Stromstärke in Ampère, mit welcher entladen wurde, und die Zeit in Stunden, während welcher die Entladung dauerte, ergeben die Ampèrestunden, in welchen die Kapazität ausgedrückt wird.

Vorkehrungen zum Laden.

Zum Laden bedient man sich am besten des elektrischen Stromes aus Dynamomaschinen oder aus dem Leitungsnetze eines Elektrizitätswerkes. Wo beides nicht vorhanden ist, kann man auch eine Thermosäule verwenden; am wenigsten geeignet sind galvanische Elemente.

Ist man gezwungen, die letzteren zu verwenden, so nehme man entweder Zink-Kupfer-, Chrom- oder Bunsen-Elemente mit möglichst großer Oberfläche der Elektroden oder auch Kupronelement.

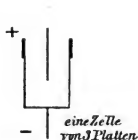


Abb. 29a. Verbindung der Platten einer Zelle.

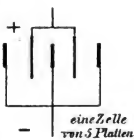


Abb. 29b. Verbindung der Platten.



Abb. 30. Schaltung einer Zelle.

Ehe wir dazu übergehen, die Schaltungen (Verbindungen der Platten, Zellen unter sich, mit den Apparaten und Leitungen) näher zu erläutern, wollen wir zunächst einige Zeichen erklären, welche bei den Zeichnungsskizzen allgemein angewendet werden.

Abb. 29a bedeutet eine Akkumulatorenzelle mit 3 Platten, eine positive in der Mitte und je eine negative an beiden Seiten.

Abb. 29b deutet eine Zelle in ähnlicher Weise, jedoch mit

2 positiven und 3 negativen Platten an. Der Einfachheit wegen ist es jedoch üblich, bei Darstellungen der Schaltungen an Stelle jeder Zelle immer nur eine positive und eine negative Platte anzudeuten (indem man den Platten verschiedene Polarität, ver-



Abb. 31 a. Reihenschaltung.



Abb. 31 b. Eine Reihe von 20 Zellen.

schiedene Länge und Stärke gibt), so daß also Abb. 30 eine Zelle und Abb. 31 a drei Zellen darstellt.

Eine ganze Batterie, d. h. eine Reihe von Zellen pflegt man auch nur durch einige Zellen anzugeben, aber die Zellenanzahl daneben zu schreiben, wie z. B. in Abb. 31 b.



Abb. 32. Reihe von Zellen.

Ist es nötig, alle vorhandenen Zellen so zu schalten, daß eine möglichst hohe Spannung erreicht wird, so verbindet man sie, wie in Abb. 32 alle in einer Reihe hintereinander. Unter Hintereinanderschalten versteht man Abb. 31 b.



Abb. 33. Gruppenschaltung.

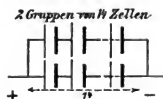


Abb. 34. Reihen-Parallelschaltung.

Braucht man eine geringere Spannung, aber eine höhere Stromstärke, als die Zellen ihrer Plattenzahl und Plattenoberfläche nach abgeben können, so schaltet man die Zellen alle oder in gewissen Gruppen nebeneinander; z. B. in Abb. 33 sind zwei Gruppen von

je 4 Zellen gebildet, welche nebeneinander (oder parallel) geschaltet sind. Diese Schaltung gibt also gegen Abb. 32 nur die Hälfte der Spannung, kann aber die doppelte Stromstärke leisten.

Die Schaltungen Abb. 33 u. 34 sind vollkommen identisch, doch gewährt die Skizze Abb. 34 statt 4 Elemente und eine leichtere Übersicht, wie die Gruppen gebildet sind. Abb. 35 deutet nach dem oben Gesagten also an, daß 4 Zellen in einer Gruppe nebeneinander verbunden sind, eine solche Gruppe kann gegen die Reihenschaltung nur $\frac{1}{4}$ der Spannung, aber die vierfache Stromstärke ergeben. Die Hauptsache bei allen Schaltungen ist, daß man die richtigen Pole miteinander verbindet, genügend starke Drähte anwendet und alle Klemmverbindungen sauberen, metallischen Kontakt haben. Ferner müssen alle Lötstellen an den Zapfen (Fahnen, Ableitungen) der Platten mit Blei gelötet sein, Lötzinn ist für diese Zwecke durchaus ungeeignet.

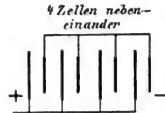


Abb. 35. Parallelschaltung.

Der Kupferquerschnitt kurzer Verbindungsstücke soll so groß sein, daß etwa 3—4 Ampère auf den Quadratmillimeter kommen. Bei längeren Leitungen sollte man nicht mehr als 2 Ampère pro 1 qmm nehmen, andernfalls entsteht Erwärmung der Drähte und Spannungsverlust.

Da es bei Ladung von den Maschinen oder Beleuchtungsnetzen am vorteilhaftesten ist, alle Zellen in einer Reihe zu laden, so müßten die Leitungsquerschnitte der größten zulässigen Stromstärke entsprechen, welche eine Zelle abgeben kann.

Eigenschaften der Akkumulatoren.

Die Farbe der einzelnen Platten ist ein sicheres Zeichen zur Erkennung ihrer Polarität und des Ladungs- bzw. Entladungszustandes, wie schon erwähnt wurde.

Die positive Platte sieht im allgemeinen braun aus und zwar ist dieselbe ganz entladen hellbraun, voll geladen dunkelbraun bis blaubraun.

Die negative Platte sieht im allgemeinen graublau aus; entladen wird sie grauschwarz, voll geladen bleifarben-hellgrau.

Der innere Widerstand einer Akkumulatoren-Zelle (zwischen den Platten verschiedener Polarität im Elektrolyten) ist sehr gering, so daß man beim Schalten sehr vorsichtig sein muß, um Kurzschluß

an den Polen zu vermeiden, weil der Akkumulator, im Gegensatz zum galvanischen Element, bei kurzer Verbindung von geringem Widerstande, plötzlich einen sehr starken Strom abgibt, so daß Leitungen und Platten beschädigt werden können.

Schaltungen zum Laden.

In Abb. 36 sei C der Kollektor einer Dynamomaschine mit dem Elektromagneten M und dem Regulierwiderstand R, B eine Akkumulatorenbatterie, u ein Umschalter und W ein Vorschaltwiderstand, der aus Neusilberdrähten oder einer Anzahl Glühlampen von passender Spannung und Stromstärke bestehen kann.

Eine jede Zelle hat durchschnittlich am Anfang der Ladung zwei Volt Spannung, die Spannung einer Reihe von Zellen ist also gleich dem Doppelten der Zellenzahl. Beim Laden steigt die Spannung jeder Zelle anfangs langsamer, gegen das Ende der Ladung schneller bis auf 2,5 Volt. Es muß also die Spannung zum

Laden eine nach der Zellenzahl bemessene, ganz bestimmte, aber veränderliche Größe sein. Das folgende Beispiel wird dies am besten zeigen, wie man richtige Spannung und Stromstärke erzielen kann. Nehmen wir an, es sind 8 Zellen mit 2 Ampère zu laden mit einer Dynamo von 80 Volt, so müssen wir an den

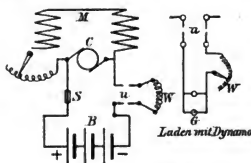


Abb. 36. Laden mit Maschine.

Polen der Batterie zu Anfang der Ladung $2 \times 8 = 16$ Volt haben. Es sind mithin $80 - 16 = 64$ Volt zu vernichten, zu unterdrücken. Dies kann einmal mit Hilfe des Regulierwiderstandes R im Nebenschluß der Dynamomaschine bis zu etwa $\frac{1}{3}$ der normalen Spannung der Dynamo, also bis auf ca. 54 Volt, erreicht werden, es bleiben dann aber immerhin noch $54 - 16 = 39$ Volt zu vernichten übrig.

Ist es mit Rücksicht auf den Betrieb nicht zulässig, die Spannung der Dynamo selbst herabzudrücken, so sind also 64 Volt zu vernichten.

Da nun gegen Ende der Ladung aber an den Polen der Batterie $8 \times 2,5 = 20$ Volt sein müssen, so richtet man am besten die Sache so ein, daß 60 Volt durch einen festen Widerstand, z. B. Glühlampen, und 4 Volt durch einen regulierbaren Widerstand konsumiert werden.

Es sind also so viel Glühlampen von 60 Volt parallel vor die Batterie zu schalten, daß man 2 Ampère erhält. Da nun eine Glühlampe pro Kerze ca. 3,5 Watt, eine 16kerzige also $3,5 \times 16 = 56$ Watt gebraucht, so beträgt die Stromstärke bei 60 Volt $\frac{56}{60} = 0,91$ Ampère. Es genügen also etwa 2 Glühlampen von 60 Volt und 16 Kerzen oder eine von 16 und eine von 25 Kerzen, welche parallel davor zu schalten sind, wie dies rechts von Abb. 36 an-

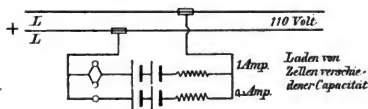


Abb. 37. Laden verschiedener Zellen vom Netz.

gedeutet ist. G sind die beiden Glühlampen, W ein regulierbarer Widerstand, der für 2 Ampère aus Neusilberdraht von etwa 0,3 bis 0,5 mm Stärke bestehen kann.

Für größere Stromstärken hat man stärkeren Draht zu verwenden, so daß der Widerstand nicht über etwa 40° R. warm wird.

Es ist ferner notwendig, Zellen verschiedener Größe, also verschiedener Kapazität, in verschiedene Stromkreise (Abzweige) zu schalten, wie in Abb. 37, da sonst die Zellen von geringerer Kapazität, die also eher gefüllt sind, überladen würden.

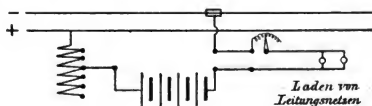


Abb. 38. Ladevorrichtung.

Ist man gezwungen, diese ungünstige Anordnung trotzdem anzuwenden, so darf die Stromstärke nicht größer sein, als es den kleinsten Zellen zuträglich ist; erst nachdem die kleineren Zellen voll und aus dem Stromkreise entfernt sind, darf man die Stromstärke den größeren Zellen entsprechend erhöhen.

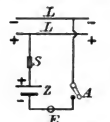
In Abb. 38 ist die Einschaltung zum Laden bei Entnahme des Stromes aus einem Leitungsnetz, entsprechend der Schaltung Abb. 36, dargestellt.

Ist eine einzelne kleine Zelle, z. B. ein Taschenakkumulator, zu laden mit 0,5 Ampère, so schaltet man denselben wie in Abb. 39 vor eine Glühlampe von entsprechender Kerzenzahl (Stromstärke). Es genügt z. B. bei 110 Volt eine 16kerzige Glühlampe, welche etwa 0,5 Ampère braucht. Ein Regulierwiderstand ist gewöhnlich nicht erforderlich, jedoch empfiehlt es sich, eine entsprechend starke Bleisicherung, so daß dieselbe bei der $1\frac{1}{2}$ -fachen Stromstärke sicher schmilzt, sowie einen kleinen Ausschalter in dem Ladestromkreis anzubringen.

Will man eine größere Stromstärke erreichen, so kann man zu diesem Zwecke eine Lampe von 25 oder 32 Kerzen, statt der 16kerzigen, einschalten und muß in diesem Falle die Bleisicherung

natürlich entsprechend verstärkt werden. Dieselbe muß jedoch bei 1,5 Ampère schmelzen.

Das Laden mit galvanischen Elementen ist gewöhnlich ziemlich kostspielig und umständlich aus folgenden Gründen:



Laden einer kleinen Zelle unter Vorverhalten einer Glühlampe.

Abb. 39. Laden vom Leitungsnetz.

Bei dauernder Beanspruchung der galvanischen Elemente geben dieselben gewöhnlich pro Element bedeutend weniger Spannung als wie offene. Eine Akkumulatorenzelle hat am Anfang der Ladung etwa 2 Volt, gegen Ende der Ladung jedoch 2,5 Volt. Man ist also gezwungen, zunächst soviel galvanische Elemente hintereinander zu schalten, daß man mindestens 3 Volt mit Sicherheit erreicht, sonst ist man nicht im stande, die Akkumulatoren voll zu laden.

Da ferner die Stromstärke der galvanischen Elemente bei dauernder Beanspruchung je nach ihrer Beschaffenheit und Elektrodengröße nur 1 bis einige Zehntel Ampère, günstigenfalls bei sehr großen Elementen (die in der Anschaffung und im Betriebe kostspielig sind) 1,0 Ampère beträgt, so ist man gezwungen, mehrere Reihen hintereinander geschalteter Elemente noch nebeneinander zu schalten, um die nötige Spannung und Stromstärke zum Laden zu erzielen.

Das im Telegraphenbetriebe vielfach angewendete Zink-Kupfer-Element (Meidinger-Element) hat zum Beispiel nur 0,1 Ampère bei dauernder Beanspruchung, so daß man gezwungen ist, mindestens 3—4 Reihen, von je 4 hintereinander verbundenen Elementen, nebeneinander zu schalten. — Nur die Lalande-Elemente gestatten höhere Stromstärken, wie z. B. auch die Kupron-Elemente. —

Die Polarität beim Einschalten zum Laden muß beachtet werden. Die positive Platte (braune Bleisuperoxyd-Platte) ist beim Laden stets mit dem positiven Pol der Stromquelle zu verbinden. Ist man über die Polarität der Stromquelle in Ungewißheit, so muß dieselbe zunächst festgestellt werden. Am einfachsten geschieht dies mit Hilfe des Polreagenzpapiers, welches überall käuflich ist. Ein mit Wasser etwas angefeuchteter Streifen dieses Papiers wird zwischen die beiden Polenden der Batterie gebracht, indem man an die Polklemmen der Batterie zwei Drahtenden anschraubt, die anderen Enden der Drähte blank schabt und sie in einem Abstände von 1 bis 2 cm auf das feuchte Papier hält. Es entsteht dann an dem vom negativen Pol kommenden Drahte auf dem Papier ein farbiger, gewöhnlich roter Fleck. Es ist also dieser Pol beim Laden mit der negativen (metallischen Bleischwammplatte) zu verbinden.

Hat man Polreagenzpapier nicht zur Hand, so kann man sich auch in folgender Weise helfen:

Man nimmt zwei Stücke blankgeschabtes Bleiblech, verbindet sie mit den Poldrähnen der Batterie und hält sie kurze Zeit, voneinander getrennt, in verdünnte Schwefelsäure. Es ist dann derjenige Pol der positive, auf dessen Bleiblech sich ein gelblich brauner Überzug bildet; es ist also dieser Pol mit dem positiven Pol des Akkumulators zu verbinden. Bei den meisten galvanischen Elementen bildet den negativen Pol gewöhnlich eine Zinkplatte oder ein Zinkkolben. Ein gutes Voltmeter ist auch zur Bestimmung der Polarität zu gebrauchen, wenn es mit Stahlmagneten versehen ist. Auch ein verzinnter Kupferdraht ist gut verwendbar, indem am positiven Pol, wenn man die Drahtenden auf 2 mm Abstand in Wasser hält, eine weiße Wolke von Zinnoxid sich beim Stromdurchgang bildet.

Das Laden.

Hat man alle Maßnahmen zum Laden nach den obigen Auseinandersetzungen getroffen, so schaltet man den Akkumulator in den Ladestromkreis ein.

Für die gute Erhaltung und dauernde Leistungsfähigkeit eines Akkumulators ist es von Wichtigkeit, daß man nicht nur mit der richtigen Spannung, sondern auch mit der von der Fabrik für die verschiedenen Typen vorgeschriebenen Stromstärke, mindestens aber mit einer mittleren Stromstärke ladet, da bei zu geringen Strom-

stärken die Platten unter Umständen minderwertig werden. Ferner ist die Spannung während des Ladens fortlaufend zu kontrollieren und auch der Säuregehalt am Ende der Ladung zu ermitteln. Eine jede Akkumulatorzelle, welche sich in normalem Zustande befindet, d. h. welche weder einen Kurzschluß zwischen den Platten hat und deren Säure chemisch rein und von richtigem Mischungsverhältnis ist, soll am Ende der Ladung 2,5 Volt Klemmenspannung aufweisen. Sobald diese Spannung erreicht ist, wird man beobachten, daß sowohl die positiven als auch die negativen Platten lebhaft Gas entwickeln. Es empfiehlt sich daher, mit einem geeigneten Voltmeter, welcher $\frac{1}{10}$ Volt abzulesen gestattet, den Zeitpunkt zu ermitteln, zu welchem die Zelle 2,5 Volt Spannung erreicht hat. Ist ein derartiger Spannungsmesser nicht immer zur Hand, so gibt die Gasentwicklung, wie oben bemerkt, oder auch der Säuregehalt, einen Anhaltspunkt, um den Zeitpunkt für die Beendigung der Ladung zu erkennen.

Die Säure soll am Ende der Ladung 24, höchstens 26 ° Bé, nach der Entladung 19 bis 20 ° Bé haben. Zum Messen des Säuregehalts bedient man sich aus Glas gefertigter, sogenannter Aräometer, welche entweder nach Grad Bé oder spez. Gewicht geeicht sind.

Ist es nicht möglich, einen solchen Säuremesser in die Zelle selbst einzuführen und denselben in der Säure schwimmend zu beobachten, so zieht man mit Hilfe eines Gummiballs und Gummischlauchs etwas Säure aus der Zelle ab, läßt sie in einen entsprechend weiten und langen kleinen Glaszylinder laufen, mißt in diesem den Säuregrad und füllt die Säure mit einem kleinen Glas- oder Bleitrichter in die Zelle wieder zurück.

Große Hauptsache bleibt dabei, daß die zum Nachfüllen verwendete Säure chemisch rein sei. Die Säure soll stets 1 cm hoch über der Oberkante der Platten stehen. Zum Nachfüllen bedient man sich bei zu hohem Säuregehalt des dest. Wassers, bei zu geringem Säuregehalt einer Säure von 26 bis 30 ° Bé. Säure von stärkerem Gehalt oder konzentrierte Schwefelsäure darf man niemals direkt in die Zellen gießen, sondern muß dieselbe zuvor mit dest. Wasser verdünnen, indem man Säure in Wasser gießt, nicht umgekehrt. Ist dest. Wasser nicht vorhanden, so genügt auch gut filtriertes Regenwasser.

Kurzschlüsse zwischen den Platten, die sich etwa durch Hineinfallen irgendwelcher Stoffe, durch Abblättern der Masse von den

Platten, oder sonst in irgend einer Weise gebildet haben, sind durch Zwischenfahren mit einem Holz- oder Glasstab unter allen Umständen zu beseitigen. Je aufmerksamer alle angeführten Punkte bei der Wartung der Zellen beobachtet und eingehalten werden, desto länger werden die Zellen gebrauchsfähig bleiben.

Die Haltbarkeit der Platten ist in hohem Grade abhängig von der Behandlung der Zellen und natürlich von der Dauer des Gebrauchs, d. h. der Zeit, während welcher sie Arbeit leisten; mithin also auch von der Anzahl der Ladungen. Je öfter eine Zelle geladen wird, je höher die Stromstärke beim Laden und Entladen ist, in um so kürzerer Zeit werden naturgemäß die Platten abgenützt. Hierbei ist das Überladen der Zellen (das zu lange Laden) noch nicht so schädlich, als das Entladen mit zu hoher Stromstärke und auch besonders die zu lange Entladung, d. h. bis unter eine Klemmenspannung von 1,85 Volt per Zelle. Sogenannte Tiefentladungen bis zu 1,5 oder 1 Volt sind der Haltbarkeit der Platten sehr schädlich und durchaus zu vermeiden. Ist man genötigt, Zellen unter der normalen Stromstärke oder mit minimalen Strömen zu entladen, so ist es vorteilhaft, eine Entladung bereits bei 1,9 Volt zu beenden.

Zellen, die längere Zeit nicht gebraucht werden sollen, sind etwa alle vier Wochen neu aufzuladen. Entladen darf niemals eine Zelle länger als 12 bis 24 Stunden stehen.

Zellen, die täglich gebraucht werden, sollten nach erfolgter Ladung immer einige Stunden Ruhe haben, ehe sie wieder entladen werden, da beständiges Laden und Entladen ohne Unterbrechung die Abnützung der Platten naturgemäß bedeutend beschleunigt.

Zellen, die mit sehr schwachem Strom entladen werden, wie dies besonders bei Telegraphen- und Telephonanlagen der Fall ist, müssen, sobald ihre Leistungsfähigkeit nachläßt, mit schwachem Strom 1—2 Tage lang, ohne Unterbrechung geladen werden, bis lebhafte Gasentwicklung eintritt. Für diesen Zweck genügt $\frac{1}{4}$ Ampère per Quadratdezimeter gesamte Oberfläche der positiven Platten einer Zelle.

Die Beanspruchung der positiven Platten beträgt bei normalem Laden und Entladen 0,5—1,0 Ampère per Quadratdezimeter der gesamten positiven Plattenoberfläche, höhere Belastung (Stromdichte) ist schädlich. Ausnahme machen nur Planté-Platten oder sehr engmaschige Gitterplatten.

In vielen Fällen genügt es in Zellen, die nicht mehr die volle

Leistungsfähigkeit haben, die Säure zu wechseln und von neuem zu laden.

Alle Verunreinigungen irgendwelcher Art, besonders aber Chlor wirken zerstörend auf die Platten ein, man darf also niemals mit Lötwasser (Zinkchlorid) an den Platten lüten, da jeder Tropfen Lötwasser, der etwa in den Elektrolyten (die Schwefelsäure) hineinkäme, schon höchst schädlich wirkt.

Hat man keine Gewißheit, ob die zum Füllen der Zellen gelieferte Schwefelsäure rein ist, so empfiehlt es sich, dieselbe wenigstens auf etwaige Anwesenheit von Chlor durch Silbernitrat- und Ammoniaklösung zu untersuchen. Die zur Untersuchung verwendeten Gefäße, das Tuch zum Abtrocknen derselben, die Finger müssen absolut rein sein, auch darf man nicht mit den Fingern in die Gefäße hineinfassen. Alle Gefäße sind zunächst gründlich zu reinigen und dann mit destilliertem Wasser mehrfach auszuspülen.

Diese Untersuchungsmethode ist sehr zuverlässig und gibt auch die geringsten Spuren von Chlorgehalt an.

Anschaffung von transportablen Akkumulatoren.

Es besteht vielfach die irrtümliche Annahme, daß man für die meisten Zwecke mit ein oder zwei möglichst kleinen Akkumulatorenzellen auskommt — dies ist jedoch keineswegs der Fall. Zunächst ist zu berücksichtigen, daß die Leistung eines Akkumulators von der Spannung und Stromstärke abhängig ist, also von dem Produkt Volt mal Ampère oder Watt. Ferner ist auch die Zeit während welcher Strom gebraucht wird, für die Wahl der Type maßgebend, sowie natürlich auch die Stromstärke, mit welcher der Akkumulator beansprucht werden soll — also Zeit mal Ampère oder Ampèrestunden.

In zweiter Linie ist für viele Zwecke auch der disponible Raum und das Gewicht von Einfluß.

Um bei etwa eingehenden Bestellungen Rückfragen zu vermeiden, empfiehlt es sich, die nachstehend aufgeführten Fragen möglichst eingehend zu beantworten.

1. Zweck der Akkumulatoren (sollen dieselben dienen, z. B. für: Licht, Betrieb von Elektromotoren, Galvanoplastik, ärztliche Zwecke, Galvanokaustik, Röntgen-Apparate, Haustelegraphen etc.).

2. Spannung der Batterie in Volt (jede Zelle gibt rund 2 Volt Spannung).

3. Stromstärke in Ampère (Größe und Anzahl der Platten einer Zelle richtet sich nach der verlangten Stromstärke und der Entladezeit).

Ist man nicht in der Lage, Spannung und Stromstärke anzugeben, so empfiehlt es sich, möglichst genau den Zweck, welcher erreicht werden soll, zu beschreiben.

In vielen Fällen ist ein Regelwiderstand für das Laden, für das Entladen oder für sonstige Zwecke erwünscht. Bei Bestellung desselben ist die Stromstärke, für welche der Widerstand gebaut werden soll, anzugeben, ferner auch die Spannung, mit welcher die Batterie geladen werden soll, oder auch die Spannung, welche beim Entladen vernichtet werden soll. Für viele Zwecke wird auch eine besondere Konstruktion des Widerstandes gewünscht.

4. Aufstellungsraum für die Batterie (Länge, Breite, Höhe: in Millimetern).

5. Höchstgewicht der Batterie, falls ein solches überhaupt eine Rolle spielt.

6. Schaltung der Zellen, einzeln, in Gruppen, einer Reihe oder Gruppen und Reihen.

7. Wieviel Zellen sollen in einem Kasten eingebaut sein? (Das Höchstgewicht eines Kastens mit Zellen sollte nicht über 50 Kilo betragen. Zellen mittlerer Größe pflegt man zu vier, größere Typen zu zwei Zellen in einen Kasten einzubauen.)

8. Mit welcher Stromquelle soll der Akkumulator geladen werden, ist eine solche am Orte der Verwendung vorhanden? (In den meisten Fällen ist das Laden der Akkumulatoren mit einer galvanischen Batterie entweder gar nicht ausführbar oder sehr kostspielig.)

9. Wie ist die Dynamomaschine beschaffen, welche zum Laden dienen soll? (Spannung, Stromstärke, Schaltung der Maschine, d. h. ob gemischte, Nebenschluß- oder Reihenschaltung).

10. Läßt sich die Spannung der Dynamomaschine um 40 % erhöhen, so daß alle Zellen in einer Reihe geladen werden können, oder ist es möglich, die Zellen in zwei Reihen zu laden? (Diese Erwägung kommt nur dann zur Geltung, wenn die gesamte Spannung der Batterie beim Entladen ungefähr ebenso groß ist, wie die der Maschine.)

11. Ist die Spannung der Dynamo bedeutend höher als die Gesamtspannung der Batterie? (Gegen Ende der Ladung ist für jede Zelle 2,5 Volt Spannung erforderlich, die etwa überschießende Spannung ist durch einen vorzuschaltenden Widerstand zu vernichten. Als Widerstand dient in den meisten Fällen Neusilber-

draht in Spiralen gewickelt, oder eine, beziehungsweise mehrere Glühlampen von passender Spannung und Kerzenstärke.)

12. Welche Kraft an der Dynamomaschine ist zum Laden übrig? (Stromstärke, Spannung und Zeit.)

Die nachstehenden Angaben, welche sich auf die Benutzung der Akkumulatoren zum Betriebe von Funkeninduktoren für Röntgenstrahlen beziehen, geben einen Anhaltspunkt für die Auswahl der betreffenden Akkumulatorentypen. Es sind erforderlich bei

5 cm Funkenlänge	6 Volt =	3 Zellen
8 "	8 "	= 4 "
10 "	10 "	= 5 "
15 "	12 "	= 6 "
20 "	14 "	= 7 "
25 "	16 "	= 8 "
30 "	18 "	= 9 "
35 "	20 "	= 10 "
40 "	22 "	= 11 "
50 "	24 "	= 12 "

Die Stromstärke für Induktoren mittlerer Größe beträgt 4—6 Ampère, je nach der Geschwindigkeit des Stromunterbrechers im Primärstromkreise.

Glühlampen für Akkumulatoren.

Da die Lampen gewöhnlich ohne vorgeschalteten Widerstand gebrannt werden, so geben sie anfangs mehr Licht, als unten für die normale Spannung angegeben ist. Die Lampen von 2,5 Watt pro Kerze sind auch für Dynamobetrieb bestimmt, für Akkumulatoren nimmt man am besten diejenigen mit 2,0 Watt und darunter.

1,8 Watt pro Normalkerze.

N.-K.	1		2		3		5			6		
V	6	8	6	8	6	8	16	24	30	16	24	30
A	0,3	0,23	0,6	0,45	0,9	0,68	0,57	0,375	0,3	0,68	0,46	0,36
W	1,8		3,6		5,4		9			10,8		

2 Watt pro Normalkerze.

N.-K.	1		2		3		5			6		
V	6	8	6	8	6	8	16	24	30	16	24	30
A	0,34	0,25	0,67	0,5	1	0,75	0,63	0,42	0,34	0,75	0,5	0,4
W	2		4		6		10			12		

2 Watt pro Normalkerze.

N.-K.	10		12		16		25		32	
V	16	30	30	90	30	90	30	90	30	90
A	1,25	0,67	0,8	0,27	1,10	0,37	1,67	0,56	2,20	0,71
W	20		24		32		50		64	

2,5 Watt pro Normalkerze.

N.-K.	1		2		3			5			
V	6	8	6	8	6	8	16	16	24	30	110
A	0,42	0,32	0,84	0,63	1,25	0,94	0,47	0,77	0,52	0,42	0,11
W	2,5		5		7,5			12,5			

N.-K.	10					12					16				
V	16	24	30	50	90	16	24	30	50	90	16	24	30	50	90
A	1,56	1,10	0,84	0,50	0,28	1,88	1,25	1,00	0,6	0,34	2,50	1,67	1,34	0,8	0,45
W	25					30					40				

Konstruktionen.

In einem viereckigen Behälter aus Glas, Hartgummi oder Celluloid oder auch in verleiten Holzkästen sind gleichlaufend mit etwa 10 mm Abstand die Bleiplatten aufgehängt und zwar derartig, daß die braunen Superoxyd- oder Positiv-Platten beiderseits von negativen, bläulichgefärbten Platten umgeben sind.

Die Konstruktion der Platten ist je nach dem Verwendungszwecke verschieden. Leichte, transportable Zellen für langsame Entladung erhalten

sehr oft nur sogenannte Rahmenplatten, Abb. 40, 41, bei welchen größere von Bleirahmen umschlossene Felder mit aktiver Masse aus-

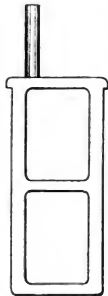


Abb. 40. Kleine Masseplatte.

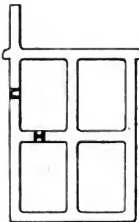


Abb. 41. Rahmenplatte.

gefüllt sind. Für stärkere Entladungen hat man Gitterplatten Abb. 42 mit kleinen engen Maschen und für sehr starke Beanspruchung,

d. h. ein- bis dreistündige Entladung bestehen die positiven Platten aus gerippten massiven Bleiplatten Abb. 43, bei welchen die wirksame Schicht durch elektrolytische Formation erzeugt ist, während die negativen, Abb. 44, sehr enge Maschen haben.

Als Elektrolyt dient verdünnte Schwefelsäure die mit 10 % Wasser etwa versetzt ist. Die Säure soll chemisch rein sein und vor allen Dingen kein Chlor, Arsen, Eisen oder Kupfer enthalten. Die Bleiplatten müssen stets etwa 1 cm hoch mit Säure überdeckt sein. In einer entladenen Zelle hat die Säure 19—20° Beaumé, in einer geladenen etwa 25—26° Beaumé.

Die Leistungsfähigkeit eines Akkumulators hängt, abgesehen von sonstigen Umständen, zunächst von der Oberfläche der Platten bzw. der aktiven Masse auf den Platten ab, demnächst auch von der Säuremenge die in einer Zelle enthalten ist. Als normale Belastung für Ladung und Entladung rechnet man im allgemeinen 0,75—1,0 Ampère d. h. 7—10stündige Entladung für Gitterplatten, Masse- oder Rahmenplatten sollte man im allgemeinen

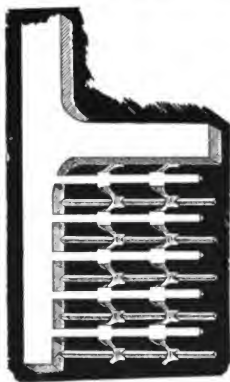


Abb. 42. Gitterplatte.

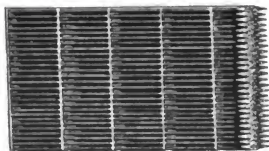


Abb. 43. Positive Platte-Platte.

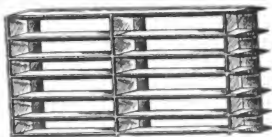


Abb. 44. Negatives Gitter für Platte-Platte.

nicht höher als 0,75 Ampère belasten, während Planté-Platten 2 bis 3 Ampère auf den qdem positiver, aktiver Oberfläche zulassen.

Die Verbindung der Platten in einer Zelle geschieht in der Weise, Abb. 45, daß jede Platte mit einer Ableitung versehen ist (Fahne) und alle gleichartigen Platten durch eine Bleileiste leitend verbunden sind.

In welcher Weise die Spannung beim Laden und Entladen einer Zelle etwa verläuft, ist für eine Zelle mit Masseplatten in Abb. 46 dargestellt. Die Stromdichte war hierbei 0,5 Ampère, die Ladung dauerte 21 Stunden, die Entladung 19 Stunden, der Säurestand schwankte entladen von 22° Bé bis zur vollen Ladung zu 26° Bé.

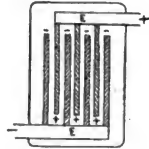


Abb. 45. Verlötete Platte.

Ähnlich wie bei den Primärelementen vereinigt man auch bei den Sekundärelementen mehrere Zellen in einem Kasten zu einer gemeinsamen Batterie, wie eine solche z. B. nach der Konstruktion der Gesellschaft Sanitas in Abb. 47 abgebildet ist. Auf

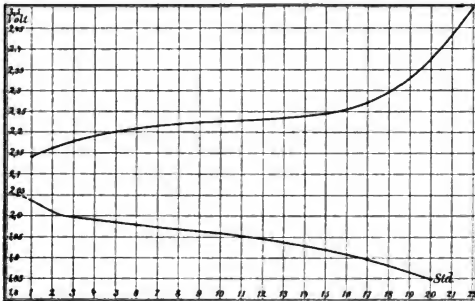


Abb. 46. Verlauf der Spannung bei Ladung und Entladung.

der Vorderwand ist ein Schalter sowie einige Regelwiderstände befestigt.

Für das Laden kleiner Batterien oder einzelner Zellen, aus Starkstromanlagen verwendet man entweder eine einzelne Glüh-

lampe, wie in Abb. 48, oder eine kleine Schalttafel mit Anschlußleitung, Ausschalter und Polklemmen, Abb. 49.

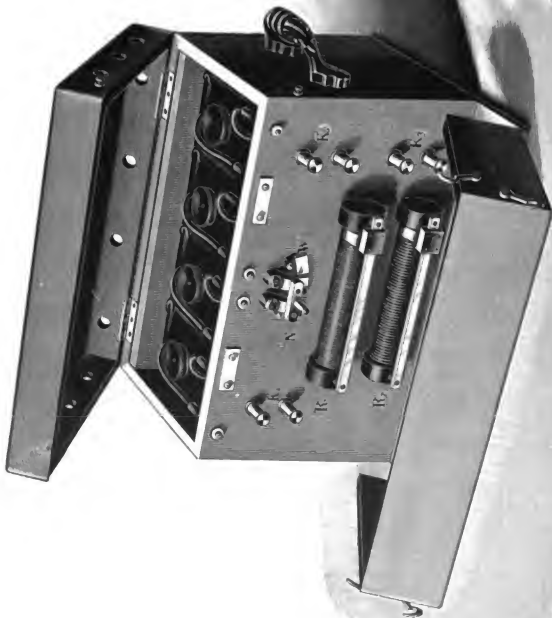


Abb. 47. Akkumulator-Batterie mit Regel-Überständen.

Als Stromerzeuger verwendet man auch noch Apparate, bei denen durch Wärme Elektrizität erzeugt wird:



REINIGER, GEBBERT & SCHALL, ERLANGEN.
Abb. 48. Vorschalt-Lampe.



REINIGER, GEBBERT & SCHALL, ERLANGEN
Abb. 49. Lampenwiderstand.

Literatur über Akkumulatoren.

Edmund Hoppe. „Die Akkumulatoren für Elektrizität.“ Julius Springer, Berlin 1888.

Paul Schoop. „Die Sekundärelemente.“ 3 Teile. Wilh. Knapp, Halle a. S. 1895/96.

F. Loppé. *Les Accumulateurs Electriques.* Masson & Cie., Paris 1897.

Paul Schoop. „Handbuch der Elektrischen Akkumulatoren.“ Ferdinand Enke, Stuttgart 1898.

F. Grünwald. „Die Herstellung und Verwendung der Akkumulatoren.“ 2. Auflage. Wilhelm Knapp, Halle a. S. 1897.

Dr. Friedrich Vogel. „Theorie Elektrolytischer Vorgänge.“ Wilh. Knapp, Halle a. S. 1895.

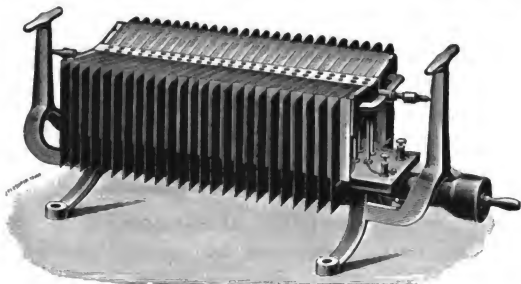
Joh. Zacharias. „Transportable Akkumulatoren“ nach praktischen Erfahrungen dargestellt. W. & S. Loewenthal, Berlin 1898.

Joh. Zacharias. „Die Akkumulatoren“ deren Herstellung und Verwendung im Betrieb, 2. Auflage. Hermann Costenoble, Jena — Berlin 1901. Sehr ausführliches Werk.

3. Thermosäulen.

Die Grundlage der thermo-elektrischen Batterien besteht darin, daß beim Erwärmen von Lötstellen zweier verschiedener Metalle elektrischer Strom erregt wird, der solange fortbesteht, als eine Temperaturdifferenz an den Lötstellen unterhalten wird. Man benutzt als positive Elektrode gewöhnlich Antimon als negative Nickel. Die Spannung eines solchen Elementes beträgt jedoch nur 0,1 Volt. Um also 4—8 Volt Spannung zu erhalten, um z. B. Akkumulatoren laden zu können, muß eine große Anzahl solcher Elemente hinter-

einander geschaltet werden. Der innere Widerstand richtet sich nach Abmessung und Beschaffenheit der stromleitenden Teile. Sehr viel in Gebrauch sind die Gölcherschen Thermosäulen Abb. 50, die durch eine Reihe kleiner Gasflammen dauernd betrieben werden können. Die Apparate sind jedoch empfindlich und leicht der Zer-



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 50. Gölchers Thermosäulen.

störung bei Überhitzung ausgesetzt, ihr Nutzeffekt beträgt bisher nicht mehr als 1 %.

Für den Großbetrieb und billige Erzeugung der Elektrizität sind die zuvor beschriebenen Einrichtungen zu unwirtschaftlich. Man pflegt daher für diese Zwecke, wenn irgend möglich, Maschinenbetrieb anzuwenden:

4. Dynamos und deren Antriebsmaschinen.

Im allgemeinen wird man für elektromedizinische Zwecke Dynamomaschinen als Stromquelle nicht direkt verwenden, da Anschaffung und Betrieb zu kostspielig sind. Andererseits wird man in Fällen, wo eine größere Menge elektrischer Energie gebraucht wird, Anschluß an Elektrizitätswerke nicht zu haben ist, zur Aufstellung einer solchen Maschine genötigt sein. Man hat neuerdings für derartige Zwecke sehr geeignete und preiswerte Dynamos hergestellt, welche mit der Antriebsmaschine zusammen gebaut sind. Man verwendet hierzu Benzin- oder Spiritus-Motoren nach Art der Automobil-Motoren oder auch kleine Wassermotoren, die an die

Wasserleitung angeschlossen werden können. Gasmaschinen oder Dampfmaschinen dürften für solche Anlagen wohl kaum in Frage kommen. Der Benzinmotor ist zum Antrieb schnelllaufender Dynamos besonders geeignet, da er selbst eine hohe Umlaufzahl hat. Man wird nur in seltenen Fällen genötigt sein, zur Erzielung einer hohen Umlaufzahl ein Vorgelege anzuwenden. Unter Umständen ist es auch angebracht, den hochgespannten Strom eines Leitungsnetzes, zum Betriebe jenes Elektromotors zu benützen und mit diesem die Dynamomaschine direkt zu koppeln. Dieses Verfahren empfiehlt sich besonders dann, wenn man Gleichstrom zum Laden von Akkumulatoren braucht und das Leitungsnetz Wechsel- oder Drehstrom liefert.

Die Dynamomaschinen bestehen im allgemeinen aus einem feststehenden und einem umlaufenden Elektromagnetsystem. Die feststehenden Elektromagnete bilden entweder ein Hufeisen oder es sind deren mehrere in einem Kreise angeordnet. Das auf diese Weise erzeugte magnetische Feld umgibt den auf einer drehbaren Welle angeordneten beweglichen Elektromagneten, welcher auf einem zylindrischen oder ringförmigen Eisenkern eine Anzahl Drahtspulen enthält, die hintereinander verlötet und mit den Lamellen eines zylindrischen Kollektors verbunden sind. Von hier wird der Strom durch metallene Schleifbürsten abgenommen und den Leitungen zugeführt.

Durch einmaliges Magnetisieren werden die Eisenkerne des feststehenden Elektromagnetsystems dauernd ein wenig magnetisch, so daß beim Umlauf der beweglichen Drahtspule Ströme induziert werden, welche das Feld des feststehenden Magnetsystemes verstärken. Auf diese Weise haben wir die Möglichkeit, ununterbrochen elektrischen Gleichstrom aus der mechanischen Kraftform zu gewinnen.

In ähnlicher Weise ist es auch möglich, durch entsprechend eingerichtete Maschinen Wechselstrom oder Drehstrom hervorzubringen; wir wollen uns jedoch mit der Einrichtung hierfür nicht näher befassen.

Verwendet man statt der Elektromagnete in einer Dynamomaschine permanente Stahlmagnete, so haben wir einen rotierenden Induktionsapparat, wie derselbe z. B. von Störner in Leipzig für medizinische Zwecke zuerst konstruiert wurde. Derselbe ist heute jedoch wenig mehr in Gebrauch. Große kräftige Stahlmagnete sind teuer in ihrer Herstellung und verlieren mit dem Alter an Kraft.

Erste Bedingung für guten Betrieb elektrischer Maschinenanlagen ist, größte Sauberkeit, sorgfältiges Schmieren aller reibenden Teile insbesondere der Lager, gute metallische Verbindungen und sicherer reiner metallischer Kontakt der Stromabnehmer auf dem Kollektor. Fernhalten von Staub, Öl, Wasser oder Feuchtigkeit, insbesondere von dem elektrischen Teil der Maschine.

Bei Wechsel- oder Drehstromanlagen hat man auch durch besondere Apparate die Möglichkeit, den hochgespannten Strom des Leitungsnetzes in geringere Spannung umzuformen. Man nennt diese Induktionsapparate Transformatoren oder Umspanner. Im allgemeinen sind dieselben den gewöhnlichen Induktionsapparaten sehr ähnlich, die primäre und die sekundäre Wicklung sind jedoch auf getrennten Eisenkernen angebracht oder auf denselben Eisenkern nebeneinander gewickelt. Unter Umständen verwendet man auch elektrolytische oder mechanische Apparate, welche es gestatten, Wechselstrom direkt zum Laden von Akkumulatoren zu verwenden.

Die Gleichstromdynamos für das Laden von Akkumulatoren müssen als Nebenschlußdynamos geschaltet sein, bei welchen die Feldwicklung der Elektromagnete im Nebenschluß zum Anker liegt und deren Strom durch einen zwischengeschalteten Kurbelwiderstand geregelt wird.

Die Firma Siemens & Halske, Aktien-Gesellschaft liefert für den Preis von 3500 Mk. eine vollständige elektrische Anlage von 65 Volt Spannung mit einer Dynamomaschine bis zu 1,75 KW Leistung. Der Benzin- oder Spiritusmotor ist mit der Dynamomaschine auf einer gemeinsamen gußeisernen Grundplatte befestigt. Zur Ergänzung der Maschinenanlage dient eine Akkumulatorenbatterie von 14 Elementen, die bis zu 72 Ampère Stromstärke gestattet. Für viele Zwecke genügt schon eine Betriebsspannung von 25 Volt, so daß die oben angegebene Zellenzahl hinreicht.

Der Benzinmotor ist ein stehender Viertaktmotor, sehr einfacher Konstruktion, mit etwa 1200 Umdrehungen in der Minute. Die Bildung des brennenden Gasgemisches erfolgt in einem sehr kompakt gebauten Einspritz-Vergaser, welcher mittels eines kleinen Schwimmers den Benzinfluß der jeweiligen Motorleistung entsprechend regelt, so daß ein Ventilverstellen von Hand nicht in Betracht kommt. Die Zündung wird elektrisch bewirkt; das benötigte Kühlwasser wird der Wasserleitung, oder wo eine solche nicht vorhanden ist, einem Wasserbehälter entnommen.

Der Betrieb der Anlage erfolgt normal in der Weise, daß

während beliebiger Tagesstunden die Ladung der Batterie vorgenommen wird, und die Stromentnahme für die Beleuchtung in den Abendstunden nur aus der Batterie geschieht. Der Motor besitzt daher keinerlei Regulator, arbeitet vielmehr während der Ladung der Batterie immer mit voller Leistung und erhöht seine Umdrehungszahl selbsttätig in gleichem Maße, wie die Batteriespannung im Laufe der Ladung steigt. Von einem Parallelbetrieb der Maschine mit der Batterie oder der Speisung der Lampen durch die Maschine allein, wobei die Anwendung eines automatischen Regulators unumgänglich wäre, wird im Interesse möglicher Einfachheit abgesehen. Es entfällt damit die beständige Wartung der Maschine, da alle Regulierungen von Hand vermieden sind; jedoch ist während der Entnahme von Strom die Entladespannung der Batterie durch gelegentliches, höchstens zweimaliges Verstellen des Zellschalterhebels gleichbleibend zu erhalten.

Die Einrichtung entspricht allen Anforderungen, welche in Bezug auf Betriebssicherheit an eine derartige Anlage zu stellen sind. Eine Explosionsgefahr ist ausgeschlossen, da immer nur das für einen Arbeitshub erforderliche geringe Quantum des brennbaren Gemisches im Vergaser gebildet wird und die elektrische Zündung an sich die höchste Sicherheit gewährt. Der Brennstoffverbrauch ist sehr gering; er beträgt im Mittel 0,675 kg Benzin oder 0,775 kg Spiritus für eine Kilowattstunde. Das für den Motor zu verwendende Benzin ist das überall im Handel käufliche Ligroin (spez. Gewicht 0,68—0,7 bei 15° C.); als Spiritus kommt denaturierter von 90% zur Verwendung. Ist eine Wasserleitung vorhanden, so beträgt der Kühlwasserverbrauch 30—40 l pro Kilowattstunde. Bei Anwendung eines Kühlwasserbehälters von 450 l Inhalt ist bei einer täglichen Betriebsdauer von 4—5 Stunden jede Woche ein Quantum von etwa 30 l nachzufüllen. —

Von der Anlage können 55 gleichzeitig brennende sechzehnkerzige Glühlampen mit einem Energieverbrauch von 2 Watt pro Kerze 3 Stunden lang gespeist werden, oder eine geringere Anzahl gleichzeitig brennender Lampen entsprechend länger. Soll eine größere Anzahl von Lampen die gleiche Zeit brennen oder die gleiche Zahl länger als 3 Stunden, oder werden Lampen mit größerem Wattverbrauch verwendet, so kann eine entsprechend stärkere Batterie oder zwei Batterien von normaler Größe gewählt werden. In diesem Falle ist die Maschine länger in Betrieb zu halten, wenn man nicht auch eine entsprechend größere Maschine

wählen will. An die Anlage können nicht nur Glühlampen angeschlossen werden, sondern ohne daß eine andere Spannung zu wählen ist, auch kleine Motoren z. B. für Ventilation, ferner Koch-



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 51. Klein-Dynamo.

und Heizapparate, Wärmer, Bügeleisen, Zigarrenzünder u. s. w. Für den Betrieb von Bogenlampen erhalten die Anlagen eine Betriebsspannung von 65 Volt und eine entsprechend größere Akkumulatorenbatterie.

Die Anlagekosten für eine Hausbeleuchtungsanlage des beschriebenen Systems betragen z. B. bei Installation von 70 Glühlampen zu 16, 10 und 5 Normalkerzen, einschließlich der Beleuchtungskörper, be-

triebsfertig montiert, etwa 3500 Mk. und variieren je nach Wahl des Installationssystems, der Beleuchtungskörper und der mehr oder weniger großen Anzahl installierter Lampen in den einzelnen Räumen. Die Betriebskosten (Verbrauch an Benzin bezw. Spiritus und

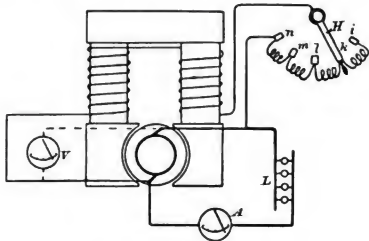


Abb. 52. Nebenschluß-Dynamo.

Schmiermaterial) betragen für eine sechzehnkerzige Glühlampe mit einem Verbrauch von ca. 2 Watt pro Normalkerze, sowohl bei Benzin- als bei Spiritusbetrieb, nur etwa 1 Pfg., bei Verwendung von Lampen mit 3,5 Watt Energieverbrauch pro Kerze etwa $1\frac{1}{4}$ Pfg. pro Stunde. — Benzindynamos liefert auch Max Kohl, Chemnitz.

Klein-Dynamos für derartige Zwecke für 0,5—1 PS baut auch z. B. die Firma Reiniger, Gebbert & Schall nach der in Abb. 51 abgebildeten Form. Zum Laden von Akkumulatoren muß die Maschine Nebenschlußschaltung haben wie in Abb. 52, welche das Schaltungsschema mit Regelwiderstand Volt- und Ampèremeter sowie parallelgeschalteten Glühlampen zeigt. Für andere Zwecke ist unter Umständen auch die in Abb. 53 dargestellte Reihenschaltung verwendbar.

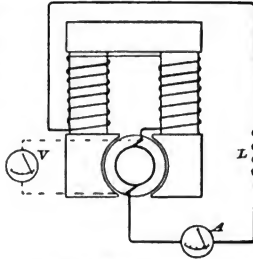


Abb. 53. Hauptstrom-Dynamo.

5. Elektrizität aus Leitungsnetzen.

Nachdem in vielen Städten und auch kleinen Ortschaften Elektrizitätswerke errichtet sind ist es nicht mehr notwendig, besondere Elektrizitätserzeuger wie Primärelemente, Dynamomaschinen und dergl. aufzustellen. Man kann vielmehr den Bedarf an Elektrizität aus Anschlußleitungen in den Gebäuden entnehmen. Bei größerem Bedarf wird man eine besondere Leitungsanlage mit Meßinstrumenten und Hilfsapparaten auf besonderer Schalttafel anlegen, während geringere Mengen durch einen Anschlußstöpsel aus Lichtleitungen entnommen werden können.

Bei den meisten Anlagen pflegt man den elektrischen Strom für technische Zwecke billiger zu verkaufen als für Beleuchtungszwecke. Es ist daher erforderlich, für jede Anlage einen besonderen Zähler aufzustellen, der die entnommene Energie je nach deren Zweck besonders anzeigt.

Da die Spannung in derartigen Leitungsnetzen 75—220 Volt, in den meisten Fällen wenigstens 110 Volt beträgt, so muß man in vielen Fällen entweder die stromverbrauchenden Apparate für diese Spannung einrichten oder Widerstände in Gestalt von Glühlampen oder Drahtspiralen davor schalten. Man wird für gewisse Zwecke auch eine Anzahl Akkumulatorenzellen laden, die man später für beliebige Spannungen entsprechend verbinden kann. Dieses Verfahren ist besonders vorteilhaft, wenn man zur Erhitzung von

Glühdrähten oder für elektrolytische Zwecke größere Stromstärken und geringe Spannung braucht.

Es ist des ferneren auch zu berücksichtigen, ob die Apparate an ein Leitungsnetz angeschlossen werden sollen, welches Gleichstrom oder Wechselstrom führt. Mit Ausnahme für elektrolytische Zwecke oder Laden von Akkumulatoren sind zwar Gleichstrom und Wechselstrom für elektromedizinische Zwecke meistens ohne weiteres verwendbar, der Wechselstrom fordert jedoch gewöhnlich abweichende Konstruktion der Elektromagnete gegenüber dem Gleichstrom. Andererseits läßt sich Wechselstrom oder Drehstrom sehr leicht für verschiedene Spannungen umformen.

Die Entnahme des Stromes aus Anschlußleitungen hat insofern besondere Vorzüge, als die Elektrizitätswerke dauernd Strom von gleichbleibender Spannung liefern und man die erforderliche Stromstärke leicht erhalten kann. Man ist daher irgend welchen Umständen oder Störungen, wie sie der Betrieb von Primärelementen oder Akkumulatoren mit sich bringt, nicht unterworfen und kann in Ruhe ohne Vorbereitung von Batterien oder Untersuchung der Betriebssicherheit alle Arbeiten ausführen. Die Stromkosten sind bei mäßigem Bedarf so gering, daß sie kaum in Frage kommen.

Leitungen und Bleisicherungen sind so bemessen, daß sie die gewünschte Stromstärke ohne Erwärmung liefern. Es kommen daher bei ordnungsmäßigem Betriebe Störungen in den Anschlußapparaten höchst selten vor. Ist durch Unvorsichtigkeit im Betriebe einmal Kurzschluß entstanden, so hat man nur die Bleisicherung zu ersetzen, nachdem zuvor der gesamte Betrieb ausgeschaltet wurde. —

Für bequemen Anschluß verwendet man entweder an der Wand befestigte Schalttafeln, verschließbare Schränke oder fahrbare Tische, von denen einige, nach der Konstruktion der Herren Reiniger, Gebbert & Schall, nachstehend abgebildet sind. Der Schrank Abb. 54 dient als Gleichstrom-Universalanschlußapparat für Galvanisation, Elektrolyse, Kataphorese, Faradisation, Endoskopie und Kaustik mit Vorschaltwiderstand und Nebenschluß für Kaustik. Der Schrank ist aus Holz gefertigt mit zwei Schubkästen zur Aufbewahrung von Hilfsapparaten. Im unteren Teile des Schrankes befinden sich Vorschaltwiderstände für Kaustik und Endoskopie sowie Vorschaltlampen für Galvanisation und Faradisation und eine Kontrolllampe für Kaustik. Letztere ist von außen durch eine, mit blauem Glas verschlossene Öffnung in der Tür sichtbar. Die Seitenteile des

Schrankes sind durchbrochen und mit gelochtem Blech verschlagen, um die kühlende Luft durch die Spiralen zirkulieren zu lassen.



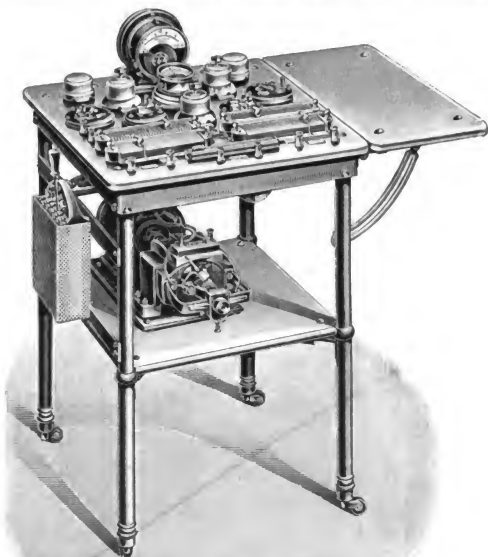
REINIGER, GEBBERT & SCHALL, ERLANGEN.

Abb. 54. Universalanschlußapparate im Schrank.

In dem Oberteil des Schrankes sind unter verschließbarem Glasverdeck auf schräger Marmorplatte die Apparate befestigt.

Der fahrbare Tisch Abb. 55 stellt einen Universalanschluß-

apparat für Wechselstrom dar, bei welchem unter der oberen Marmortafel ein Wechselstrom-Gleichstromumformer angebracht ist. Die seitliche Klappe dient zum Auflegen von Instrumenten. An der linken Seite ist ein Regelwiderstand angebracht. Der Apparat

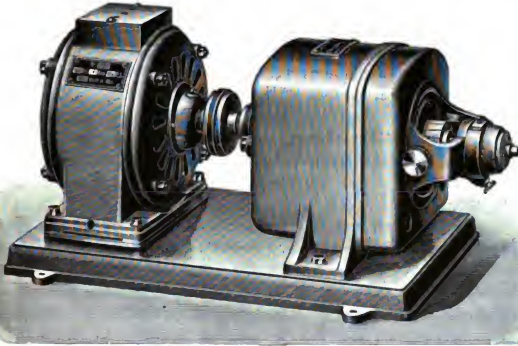


Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 55. Fahrbarer Schalttisch.

kann auch durch Batteriestrom betrieben werden. Die Abbildungen 56 und 57 zeigen zwei Wechselstrom- oder Drehstrom-Gleichstromumformer als Motordynamos. In Abb. 56 befindet sich links der Wechselstrom- oder Drehstrom-Motor und rechts davon die Gleichstromdynamo-Maschine. Abb. 57 kann entweder als Gleichstrom-

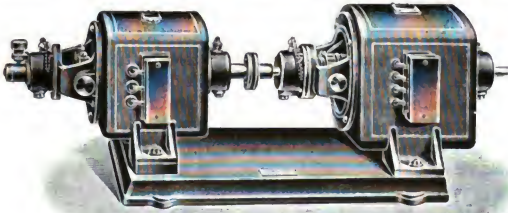
Gleichstrom-Motortransformer oder auch zur Abnahme von Wechselstrom dienen. Die Apparate werden meistens bis zu einer Leistung von etwa $1/3$ PS ausgeführt.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 56. Wechselstrom-Gleichstrom-Transformer.

Für gewisse Zwecke, die wir später kennen lernen werden, reicht die mit Dynamos zu erzielende Spannung nicht aus, man



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 57. Gleichstrom-Gleichstrom-Motortransformer.

verwendet daher auch noch Apparate, welche sehr hohe Spannungen aber äußerst geringe Stromstärken erzeugen:

6. Hochspannungsapparate und Zubehör.

a) Induktionsapparate.

Im Jahre 1831 machte Michael Faraday die Entdeckung, daß in einem geschlossenen metallischen Leiter, ein Strom erzeugt wird, so oft demselben ein Magnet genähert oder von ihm entfernt wird, oder so oft in der Nähe dieses geschlossenen Leiters ein elektrischer Strom erzeugt oder unterbrochen wird. Diese Entdeckung war die Grundlage elektrischer Kraft durch mechanische Kraft, sie war die Veranlassung zur späteren Erfindung der Dynamomaschine, des Telephons und aller der wunderbaren und großartigen Fortschritte, die wir in den letzten 25 Jahren in der Elektrotechnik entstehen sahen.

Die Tatsachen und die Gesetzmäßigkeit dieser Vorgänge faßte Faraday unter dem Begriff der „Induktion“ zusammen. Wie auf so vielen Gebieten hat sich auch auf diesem die Wissenschaft damit begnügt, alle Vorgänge der Induktion durch Versuche zu erforschen, sie durch Messungen und Berechnungen verwertbar zu gestalten, ohne jedoch auch nur den Versuch zu machen, die Mechanik dieser Erscheinungen tatsächlich aufzuklären. Nachdem wir aber wissen, daß elektrischer Strom und Magnetismus auf Bewegungen des Äthers beruhen, ist man sehr wohl in der Lage, weiter in das Wesen der Sache eindringen zu können, wie dies z. B. in dem Werke „Elektrische Spektra“ von Johannes Zacharias geschehen ist, das auf S. 139—155 „die Natur des elektrischen Stromes und der Induktion“ eingehend behandelt.

Um die Wirkungen der Induktionsströme nutzbar zu machen, wie z. B. auch in der Heilkunde für die Faradisation, benützen wir die Induktionsapparate, welche, wie die Transformatoren, als „Umspanner“ dienen, indem sie gestatten, niedrig gespannten Gleichstrom in Hochfrequenzströme oder hochgespannte Ströme umzuwandeln.

Die Konstruktion dieser Induktionsapparate ist in Form und äußerer Ausstattung für die Heilkunde zwar sehr verschieden, aber in ihrer Grundlage bei allen Apparaten meistens dieselbe. Die Apparate für physiologische Zwecke haben gewöhnlich eine besondere Einrichtung für feine Regelung ihrer Wirkung, die z. B. bei Röntgenapparaten nicht in dem Grade erforderlich ist. Allen Apparaten gemeinsam ist ein fein unterteilter Eisenkern, umgeben von starken primären Windungen geringer Anzahl, über denen sich

sehr zahlreiche feine sekundäre Windungen befinden, s. die schematische Darstellung Abb. 58.

Die Primärspulen bestehen gewöhnlich aus 100—800 Windungen. Ihr Widerstand wird möglichst klein, von 1—5 Ohm, gewählt. Man wickelt sie meist aus 0,7 mm Draht, so daß 1 bis 2 Elemente schon einen kräftigen Strom hervorbringen können. Die EMK des primären Stromes schwankt unter diesen Verhältnissen zwischen 5 bis 50 oder noch mehr Volt, je nach der Windungszahl der Drahtspule und nach der Anwesenheit oder Abwesenheit eines Eisenkernes.

Für die sekundäre Spule wird eine größere Zahl Drahtwindungen verwendet, ungefähr 3000 bis 10000 Windungen. In den meisten Fällen soll hier eine hohe EMK erreicht werden. Zu den Windungen wird, teils um Raum zu sparen, teils der Billigkeit halber, meist sehr dünner Kupfer- oder event. Eisendraht verwendet, z. B. solcher von 0,1 mm Durchmesser. Der Wider-

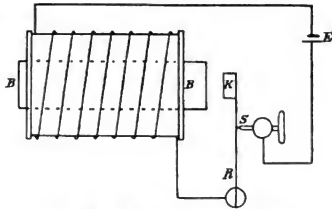


Abb. 58. Primär-Schaltung des Induktors.

stand der sekundären Spulen schwankt unter diesen Verhältnissen zwischen 100—900 Ohm, die erzeugte EMK ungefähr zwischen 10—300 Volt.¹⁾

Die EMK des primären Stromes kann auf verschiedene Weise geregelt werden, z. B. dadurch, daß man mittels einer Kurbel, eine größere oder kleinere Anzahl Drahtlagen in denselben einschaltet. Die gebräuchliche Art aber ist es, die EMK und damit auch die Stromstärke durch Herausziehen oder Einschieben des Eisenkernes in die ihn umschließende Drahtspule zu regeln. Der primäre Strom ist am schwächsten, wenn der Eisenkern ausgezogen ist, er wird um so stärker, je weiter er eingeschoben wird.

Statt den Eisenkern ausziehen, kann man auch einen Dämpfer, z. B. eine Messinghülse, über ihn schieben. Wenn derselbe ganz von der Messinghülse bedeckt ist, wird seine Wirkung bedeutend geschwächt.

¹⁾ Obiges gilt nur für Klein-Apparate, größere geben bis 600 000 Volt.

Die Stärke des sekundären Stromes kann ebenfalls auf verschiedene Weise geregelt werden. Bei Apparaten mit kleiner primärer Spule genügt es für alle Zwecke der Behandlung, die Stärke des sekundären Stromes nur durch Verschieben des Eisenkernes zu regeln, wie bei dem primären Strome. Man kann dadurch von eben fühlbarer bis zu schmerzhafter Stärke denselben ganz allmählich steigern. Die Apparate für diagnostische oder physiologische Zwecke sind außerdem so eingerichtet, daß sich die Entfernung zwischen der primären und sekundären Spule bequem ändern läßt. Letztere gleitet auf einem Schlitten und läßt sich allmählich über die primäre Spule hinschieben oder davon abziehen. Hierdurch wird eine äußerst feine Regulierung der Stromstärke möglich.

Über die Abmessungen der Induktionsspulen wurden eingehende Untersuchungen angestellt von Mortimer A. Codd, worüber derselbe in „Electrical Review“ London vom 20. und 27. Mai 1904 berichtet. Derselbe faßt die Ergebnisse seiner Untersuchungen wie folgt zusammen:

1. Der Eisenkörper soll zwölfmal so lang sein als sein Durchmesser beträgt. — 2. Die primären Windungen sollen den Eisenkern vollkommen bedecken und womöglich in einer Lage oder in wenigen Lagen aufgewickelt sein. — 3. Die Länge der Sekundärspule soll höchstens ein Drittel der Länge des Eisenkernes betragen; ihr Durchmesser soll nicht mehr als den dreifachen Durchmesser des Eisenkernes ausmachen. — 4. Die Länge des sekundären Drahtes soll so kurz als möglich sein, die Stärke des Drahtes soll so gering sein als es eine gute Isolierung zuläßt. — 5. Der Kondensator soll für verschiedene Stromstärken und Selbstinduktion regulierbar und in Übereinstimmung der Selbstinduktion der primären Windungen sein. — 6. Fast geschlossene magnetische Kreise sind zurzeit nicht günstig. Ausführliche Anleitung über die Herstellung der sekundären Wicklungen etc. findet man in „Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren“ S. 34 bis 44 von E. Ruhmer, Leipzig 1904.

Der Kondensator.

Sowohl bei den Induktionsapparaten, oder Röntgenapparaten als auch bei Influenzmaschinen u. s. w. verwendet man Kondensatoren, entweder um den Unterbrechungsfunken beim Platinkontakt an den Induktionsapparaten zu ermäßigen, oder um die Wirkung gewisser Apparate durch die in dem Kondensator aufgespeicherte Elektrizität

zu unterstützen und Schwingungen großer Schnelligkeit zu erzeugen. Die Kapazität eines Kondensators mißt man nach Mikrofarad, welches bei der Ladung von 1 Volt-Ampère in der Sekunde oder 1 Coulomb entsteht.

Ursprünglich diente als Kondensator die sogenannte Leydener-Flasche. Dieselbe besteht aus einem Glasgefäß, z. B. einem Reagenzglaschen, das innen und außen teilweise mit Staniol beklebt ist. Als Zuleitung zu der inneren Belegung dient ein dieselbe berührender Metalldraht.

Für viele Zwecke baut man die Kondensatoren in flacher Form, um sie z. B. in dem Fuß eines Induktionsapparates leicht unterbringen zu können. Man benutzt hierzu am besten 1 mm starke Glasplatten passender Größe, zwischen welche man Staniolblätter legt, die an einer Stelle abwechselnd eine Ableitung haben. Die Ableitungen der geraden und ungeraden Belegungen vereinigt man und versieht sie mit einer gemeinsamen Zuleitung. An Stelle der Glasplatten kann auch paraffiniertes Papier oder Glimmer genommen werden. Erste Bedingung für einen guten Kondensator ist, daß die Isolierplatten tadellose Beschaffenheit, und insbesondere, weder Löcher noch Brüche haben. Der fertige Kondensator wird entweder mit Isolierband fest umwickelt, oder zwischen Holzbretchen mit Schrauben zusammengepreßt, alsdann erwärmt und mit Paraffin umgossen, so daß möglichst wenig, oder gar keine Luftblasen an den Staniolblättern haften. An Stelle des Staniols kann auch schwaches Aluminium-, Messing- oder Kupferblech genommen werden.

Die Kapazität eines Kondensators wächst mit der Größe der Oberfläche der Metallbelegungen und mit der Verringerung des Abstandes der dazwischen befindlichen Isolierungen, sowie mit der Höhe der Isolation. Es ist also nicht vorteilhaft, zu starke Glasplatten zu nehmen.

Verschiedene Induktionsapparate.

Eine kleine sehr handliche Form ohne Batterie ist der Apparat Abb. 59, bei welchem der Batterieanschluß durch die beiden links befindlichen Polklemmen bewirkt wird. Die Schaltung des Apparats ist nach dem Schema Abb. 58 ausgeführt, bei welchem die Wicklung der sekundären Spule nicht besonders dargestellt ist. Der im Fuße angebrachte nicht sichtbare Kondensator ist zwischen dem Anker K und dessen Feder R sowie der Kontaktschraube S angeschlossen. Die Kraft des Magneten B entfernt die Feder R

von S, so daß der Strom der Batterie E fortlaufend unterbrochen und geschlossen wird. — Als Taschenapparat ist die Konstruktion Abb. 60 gebaut. Eine kleine Batterie mit sehr flachen Elementen ist auf der linken Seite angebracht. Die Elemente enthalten Zink- und Kohleelektroden, als Elektrolyt dient eine Lösung nach Marié-Davy von Quecksilbersulfat. Die verschiedenen Elektroden, Leitungsschnüre u. s. w. sind in besonderen Fächern untergebracht. Der



REINIGER GEBBERT & SCHALL, ERLANGEN

Abb. 59.

Anschluß der Leitungsschnüre erfolgt durch Kontaktstifte, welche in metallgefüllte Löcher hineinpassen, die sich in der erhöhten Mittelwand befinden. Es sind bei beiden Konstruktionen Abb. 59 und 60 sowohl Anschlüsse für den primären als für den sekundären Strom vorhanden.

Die Apparate Abb. 61 und 62 zeigen die Konstruktion nach Dr. Spamer. Bei der Abbildung 61, ist rechts ein Schubfach für Nebenapparate vorhanden, während bei Abb. 62 hinter der Vorderwand ein offenes Fach angebracht ist. Die quadratische



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 60. Taschen-Induktionsapparat.

Konstruktion enthält nur ein Element, während in dem länglichen Kasten deren zwei untergebracht sind. —

Ein Schlittenapparat mit ausziehbarem Eisenkern und verschiebbarer sekundärer Spule nach du Bois-Reymond ist in Abb. 63 abgebildet. Der Unterbrecher für den Primärstrom ist als Wagnerscher Hammer vorn angebracht. Durch diese Einrichtung läßt sich eine sehr gleichmäßige Abstufung der Wirkung erzielen. —

Für größere Schlagweite von etwa 30—100 cm gibt man den Induktionsapparaten die in Abb. 64 dargestellte Form. In dem



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.
Abb. 61. Induktionsapparat nach Spamer.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.
Abb. 62. Spamer Induktionsapparat.

Fuß ist der Kondensator untergebracht, über dem auf zwei Stützen die sekundäre Spule ruht, in welche der Eisenkern mit der primären

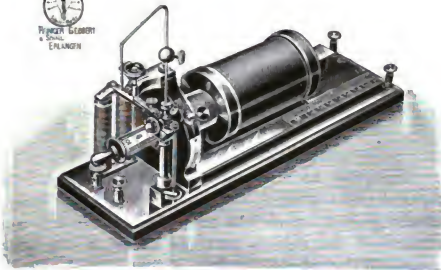


Abb. 63.

Spule eingeschoben ist. Der zugehörige Stromunterbrecher bildet einen besonderen Apparat, der mit dem Induktor nicht vereinigt

und hier auch nicht abgebildet ist. Derartige Apparate werden hauptsächlich in der Röntgentechnik gebraucht, wie sie im Abschnitt VIII näher beschrieben sind. —



Abb. 64. Großer Funkeninduktor.

Sehr ausführliche Anleitung für die Herstellung der Induktoren und Kondensatoren bietet das Werk von H. S. Norrie (Norman H. Schneider), „Induction Coils“, how to Make, Use and Repair Them, New York und London 1901.

b) Influenzmaschinen.

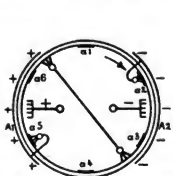
Zur Erzeugung hochgespannter Ströme durch mechanische Kraft verwendet man auch:

Mit sehr geringer Stromstärke ganz allgemein die sogenannten Influenzmaschinen, bei welchen ganz ähnlich wie in den Dynamomaschinen durch Umlauf gewisser Teile um eine festgelagerte Welle fortgesetzt Elektrizität erzeugt wird.

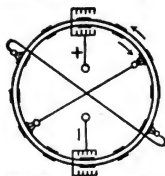
Es war bisher allgemein üblich, die Wirkungsweise dieser Maschinen aus der Anschauung der positiven und negativen Elek-

trizität, deren Verteilung und Verdoppelung zu erklären. Da jedoch physikalisch genommen, es nur eine Art Elektrizität und nicht eine positive und eine negative geben kann, so wollen wir lieber diese widersinnige Erklärungsweise hier nicht weiter verfolgen, sondern versuchen, auf Grund der „Einheitlichkeit der Kraft“ in der Natur eine Vorstellung der etwa stattfindenden Vorgänge zu geben. Erste Voraussetzung für diese Erklärungsweise ist auch, daß es keine Anziehung in der Natur gibt, sondern alle Kraftformen nur Wirkungen von Bewegungen sind und auf Druckwirkungen beruhen.

Die Herren Holtz und Töpler erfanden 1865 die Influenz- oder Elektrophormaschine und zwar unabhängig voneinander, bei denen eine Glasscheibe fest die andere umlaufend um eine Welle angebracht ist. Die feste Scheibe, hier als Zylinder gezeichnet,



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 65. Schaltung einer Influenzmaschine. Abb. 66. Schaltung einer Influenzmaschine.

(Abb. 65) trägt auf ihrer der drehbaren abgewandten Seite zwei bogenförmige Papierbelegungen. Von jeder dieser Belegungen reicht ein Metallarm um den Scheibenrand vor die Vorderfläche der rotierenden Scheibe und trägt daselbst einen Kontaktpinsel. Vor der vorderen Fläche der rotierenden Scheibe stehen die Kämme der Hauptkonduktoren und diejenigen des Nebenkonduktors. Letzterer ist außerdem mit Kontaktpinseln versehen, welche denen gleichen, die mit den Papierbelegungen der festen Scheibe verbunden sind. — Da diese Maschinen jedoch mancherlei Übelstände haben, und insbesondere leicht die Polarität wechseln, sowie auch anfänglich einer besonderen Erregung bedürfen, so hat man neuerdings die Influenzmaschine nach der Konstruktion von Wimshurst bevorzugt, deren Beschreibung wir später nach der Konstruktion der Herren Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen geben werden.

Es hat bisher noch niemand eine befriedigende Erklärung über die Wirkungsweise dieser selbsterregenden Maschine geben können.

und wollen wir auf Grund der Anschauungen, welche in dem Werke von Johannes Zacharias „Elektrische Spektra“ Leipzig 1904 entwickelt sind, solche zu geben versuchen.

Nach den grundlegenden Versuchen von Professor Hertz bewegt sich die hochgespannte Elektrizität mehr auf als in den Metallen also in den Isolierstoffen, deren besten wir in der Luft kennen,

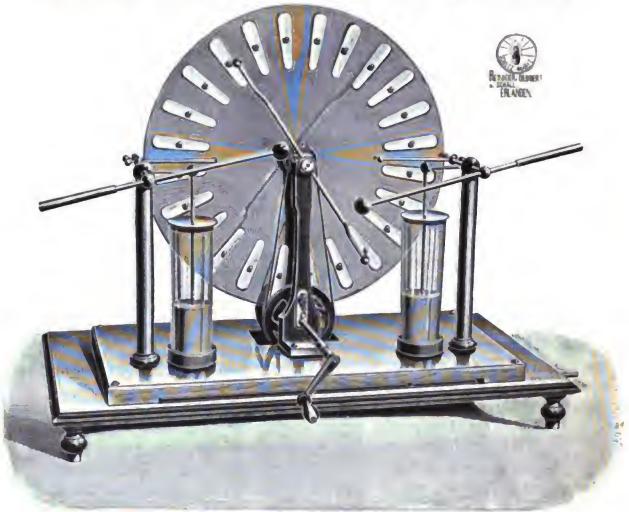


Abb. 67. Influenzmaschine.

und nicht in den sogenannten Leitern. Die Metalle sind also ein Hindernis für die elektrische Bewegung, um welche herum dieselbe stattfindet. Diese unumstößliche Wahrheit und diese Anschauungsweise der Vorgänge gibt uns jedoch sofort einen Anhaltspunkt für die Aufklärung der Vorgänge.

Die Influenzmaschine nach Wimshurst enthält zwei in entgegengesetzter Richtung umlaufende Hartgummischeiben (hier als Zylinder gezeichnet) Abb. 66, die mit zahlreichen Metallstreifen belegt sind, welche bei ihrer Bewegung an zwei mit Pinseln ver-

sehene Ableitungen anstreifen Abb. 67. Diese Ableitungen sind beiderseits unter einem Winkel von etwa 60° aneinander befestigt. Außerdem liegen wagerecht beiderseits der Welle Spitzenkämme, welche um den Rand der Scheiben herumgreifen und die erzeugte Elektrizität aufnehmen und fortleiten.

Bei der Bewegung der Scheiben durchschneiden deren Metallbelegungen den umgebenden Äther, sie erzeugen eine Bewegungsdifferenz deren Richtung von einer zufällig vorhandenen Ätherwelle beeinflusst wird. Solange wir diese Bewegungsdifferenz durch Drehen aufrecht erhalten, erzeugen wir also ähnlich wie in den Dynamos eine gleichbleibende Bewegung, die wir als konstanten Strom bezeichnen.

Die Leistungsfähigkeit von Influenzmaschinen beliebiger Konstruktion kann dadurch vermehrt werden, daß die Maschinen statt wie beschrieben, mit nur einem Scheibenpaar, mit einer größeren Zahl der letzteren ausgeführt werden. Die Wirkungsweise bleibt dabei ungeändert, die größte erreichbare Funkenlänge ist etwa dieselbe wie bei der einfachen Maschine; aber die gelieferte Elektrizitätsmenge wächst im gleichen Verhältnis wie die Anzahl der Scheibenpaare. Man gibt im allgemeinen der Wimshurst-Maschine den Vorzug, da sie den anderen Typen an Sicherheit der Funktion überlegen ist. Eine modifizierte Töpler-Holtzsche Maschine ist jedoch auch noch in Gebrauch, bei welcher die früher dieser Maschine anhaftenden Übelstände so ziemlich beseitigt sein dürften, und welche sich bei sachgemäßer Behandlung durch eine hohe Leistungsfähigkeit auszeichnet.

Wenn eine Influenzmaschine in Betrieb gesetzt wird, so bleibt es dem Zufall überlassen, in welchem Sinne sie sich erregen wird, d. h. welcher der Hauptkonduktoren der positive, welcher der negative Pol der Maschine wird; für manche Zwecke ist es aber erwünscht, die Stromrichtung zu kennen. Im dunklen Zimmer sind die Pole leicht voneinander zu unterscheiden, der Konduktor, an dessen Spitzenkamm kleine Lichtpunkte auftreten, ist der positive, während von dem Kamm des negativen Konduktors große bläuliche Lichtbüschel gegen die Scheibe strömen. Weitere Kennzeichen ergeben sich bei ausgeschalteten (oder besser noch bei ganz entfernten) Leydener Flaschen: der positive Pol sendet bei einiger Entfernung der Polkugeln ein langes, gestieltes Lichtbüschel aus, welches sich gegen den negativen Pol verzweigt. Letzterer zeigt häufig ein kleines, ungestieltes unstät hin und her springendes

Lichtbüschel, welches ein scharfes, oftmals unterbrochenes Sausen hervorbringt.

Ein anderes Mittel zur Erkennung der „Pole“, welches auch bei Tageslicht anwendbar ist, bietet eine zwischen beide Konduktoren (der in Tätigkeit befindlichen Maschine) gehaltene brennende Kerze: die Flamme wird stark verzerrt und ihre Spitze deutet nach dem negativen Pol.

Die wichtigsten Gebrauchsarten der Franklinisation sind: die allgemeine Franklinisation, die Anwendung des elektrischen Windes und diejenige von Büschel- und Funkenentladungen.

Bei der allgemeinen Franklinisation wird der Körper des Kranken durch einen Schemel von der Erde isoliert, mit einem Pole der Maschine (gewöhnlich dem positiven) durch ein Kabel verbunden, auf hohe Spannung geladen und einige Zeit in diesem Zustande erhalten. Der andere Pol der Maschine wird dabei zweckmäßig zur Erde abgeleitet, wenn man eine Töpler-Holtzsche Maschine benutzt, isoliert gelassen dagegen bei einer Maschine nach Wimshurst.

Zur Erzeugung „elektrischen Windes“, zur Anwendung von Büschel- und Funkenentladungen dienen besondere Elektroden; dabei kann sowohl der Kranke und die Elektrode mit je einem Pole der Maschine verbunden sein. Es kann aber auch nur ein Pol benutzt werden, wobei entweder der Kranke oder die Elektrode zur Erde abgeleitet ist.

Die Form der Elektroden richtet sich nach ihrem Verwendungszweck: Zur Erzeugung elektrischen Windes und elektrischer Büschelentladungen dienen solche in Spitzenform, zur Anwendung von Funken kugelförmige Elektroden. Zur Behandlung besonders empfindlicher Organe dienende Elektroden werden zweckmäßig mit einem als Widerstand dienenden Holzkörper versehen; auf diese Weise sind Funkenentladungen sicher verhindert. —

Wenn eine richtig zusammengesetzte und mit der normalen Drehrichtung betriebene Influenzmaschine versagt, so liegt dies gewöhnlich in einer mangelhaften Isolierfähigkeit der einzelnen Teile, insbesondere der Scheiben der Maschine. Die Isolierfähigkeit ist wesentlich durch eine reine trockene Oberfläche der Scheiben bedingt, sie wird daher durch aufgelagerten Staub oder eine Feuchtigkeitsschicht leicht bedeutend verringert. Vorbedingung für störungsfreien Betrieb ist die Aufstellung der Maschine in einem staubfreien, trockenen Raume. Am zweckmäßigsten wird dieser Bedingung

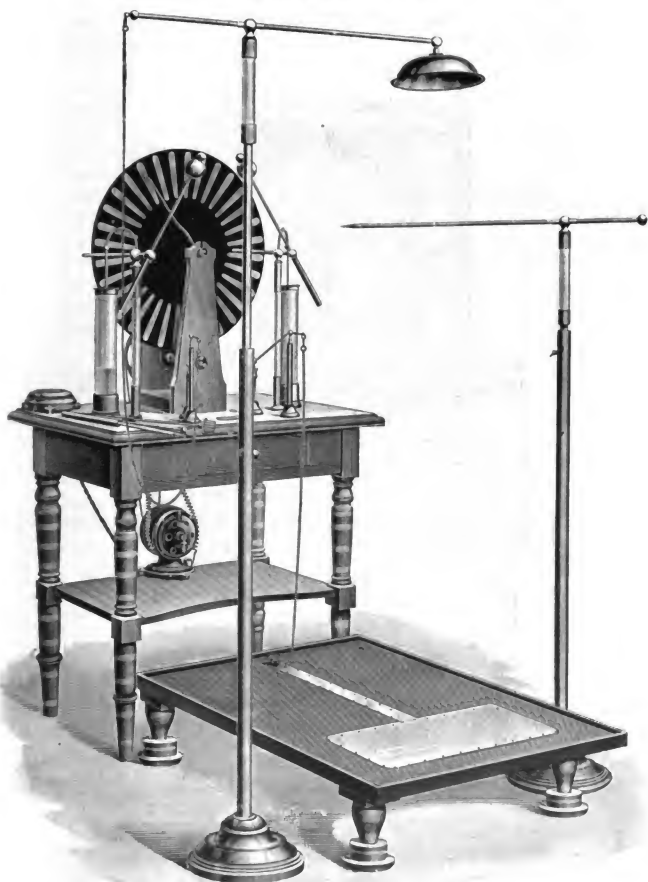


Abb. 68. Wimshurst-Elektriermaschine der Gesellschaft Sanitas.

durch Einbauen der Maschine in ein möglichst staub- und luft-dichtes Glasgehäuse genügt, in dessen Innerem die Luft dauernd



Abb. 69. Induhenzmaschine mit stationärer Einrichtung.

durch Heizung oder durch chemische Mittel (Chlorkalcium, konzentrierte Schwefelsäure etc.) trocken gehalten werden kann. Außer durch Staub und Feuchtigkeit wird die Isolierfähigkeit der Scheibenoberflächen mit der Zeit auch durch die an den Scheiben auftretenden elektrischen Lichtbüschel geschädigt, die Scheiben müssen daher von Zeit zu Zeit gründlich gereinigt werden. Dies geschieht bei gefirnißten Glasscheiben durch Abreiben mittels eines mit Benzin getränkten wollenen Lappens, wenn dieses Mittel schließlich versagt, durch Abwaschen der Lackschicht mit Spiritus und Auftragen frischen Lackes.

Hartgummischeiben reinigt man durch Abreiben mit einem wollenen Lappen, der mit Spiritus angefeuchtet wurde, gelingt es auf diese Weise nicht reine tiefschwarze Oberflächen zu erzielen, so nimmt man außer Spiritus noch ein feines Poliermittel (gebrannte Magnesia, Schlemmkreide, feinsten Staubschmirgel u. s. w.) zu Hilfe.

Die übrigen isolierenden Teile der Maschine erfordern weit weniger oft als die Scheiben eine Reinigung; dieselbe geschieht in derselben Weise wie bei diesen, je nach dem Materiale durch Abreiben mit Benzin oder Spiritus.

Nachteilig wirkt (namentlich bei Hartgummi) außer den genannten Einflüssen, das Sonnenlicht. Man stelle die Maschine also dementsprechend auf, oder schütze sie durch dunkle Tücher. Maschinen mit Hartgummischeiben dürfen nicht zu nahe an Öfen aufgestellt werden, da die Scheiben unter Einwirkung der Wärme leicht krumm und unbrauchbar werden. —

Vollständige Einrichtung einer Wimshurst-Elektroisiermaschine mit 55 cm-Scheiben der Gesellschaft Sanitas, Berlin, zeigt Abb. 68, während eine Vereinigung verschiedener Apparate mit einer Wimshurstmaschine in Glasgehäuse der Herren Reiniger, Gebbert & Schall in Abb. 69 dargestellt ist.

Nachdem wir vorstehend die Stromerzeuger kennen gelernt haben, kommen wir nun zu den Stromverbrauchern und betrachten zunächst das Bogenlicht.

II. Elektrische Lichtquellen.

1. Bogenlampen.

Der Lichtbogen der Bogenlampen ist die größte künstliche Lichtquelle, die erzeugt werden kann. Derselbe entsteht, wenn durch zwei Kohlenspitzen ein entsprechender Strom geschickt wird.

Dabei müssen sich die Spitzen erst berühren (zur Einleitung des Lichtbogens), dann aber in einem gewissen Abstände voneinander gehalten werden.

Im Jahre 1822 machte Humphry Davy diese Entdeckung. Als Stromquelle diente demselben eine galvanische Batterie. Da aber eine solche Lichterzeugung unrationell ist, so war erst eine praktische Anwendung des Bogenlichtes mit der Erfindung der elektrischen Maschinen möglich. Wirklichen Eingang verschaffte sich das Licht der Bogenlampe aber erst durch die 1879 von v. Hefner—Alteneck erfundene Konstruktion der Differentiallampe. Während man bis dahin zu jeder Bogenlampe eine Maschine verwendete, gelang es durch diese Anordnung mehrere Lampen hintereinander zu schalten. Die größte Schwierigkeit für die Konstruktion einer guten Bogenlampe lag in deren Mechanismus, die Kohlenstippen selbsttätig in einem gewissen Abstände zu erhalten. Erst zu Anfang der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts gelang es Piette und Křižík in Prag durch Anordnung eines an beiden Enden zugespitzten Eisenkernes, der durch den Strom verschoben wurde, eine wirklich brauchbare Bogenlampe herzustellen, die bis auf den heutigen Tag von der Gesellschaft Schuckert in Nürnberg gebaut wird. (Jetzt Siemens-Schuckert-Werke.)

Die Vorbedingungen, unter denen ein Lichtbogen entsteht, sind folgende: Die Kohlenstippen müssen bei Ingangsetzung der Lampe sich berühren, der Strom eine gewisse Spannung haben (30 bis 65 Volt je nach der Stromstärke, der Dicke der Kohlenstippen und der Konstruktion der Lampe), dann muß der Abstand der Stippen voneinander verändert und dauernd in einem bestimmten Abstände gehalten werden. Sind diese Bedingungen erfüllt, so findet ein steter Stromübergang unter starker Licht- und Wärmeentwicklung statt. Hierbei verdampft die Kohle, es bildet sich ein gleichbleibender Lichtbogen.

Bei Gleichstrom bildet sich an der mit dem positiven Pole der Stromquelle verbundenen Kohle, gewöhnlich der oberen, eine kraterförmige Vertiefung, während die mit dem negativen Pole verbundene untere Kohle einen stumpfen Kegel bildet. Dabei ist der Verbrauch der positiven Kohle fast doppelt so groß als der der negativen, weshalb man erstere, um einen gleichbleibenden Verbrauch in der Länge zu erzielen, doppelt so stark macht. Die kraterförmige Ausbuchtung der oberen Kohle hat den Vorteil, daß das Licht reflektorisch in Richtung der unteren Kohle geworfen wird.

Bei Wechselstrom ist der Kohleverbrauch bei beiden Stiften fast gleich stark. Die von der unteren Kohle aufsteigende Wärme, die event. ein stärkeres Abbrennen der oberen Kohlen herbeiführen würde, wird durch einen kleinen emaillierten eisernen Reflektor abgelenkt.

Schließt man den Lichtbogen vor der äußeren Luft ab, so läßt sich die Brenndauer wesentlich erhöhen. Diese Art ist bei den Dauerlampen in Anwendung.

Die Anforderungen, die man an eine gute Bogenlampe stellt, sind folgende:

1. Gutes reines Kohlematerial; für gewisse Zwecke (positive Gleichstromkohle) verwendet man vorteilhaft gedochtete Kohle mit weichem Kern; für die untere Kohle und bei Wechselstromkohlen Homogenkohle.

2. Richtige Stärke der Kohlenstifte entsprechend der Stromstärke bzw. Leuchtkraft der Bogenlampe.

3. Richtiger, gleichbleibender Abstand der Kohlenstifte.

4. Gleichbleibende Stromstärke und Spannung an jedem Lichtbogen.

5. Geeignete Konstruktionen, die Kohlenstifte in ihrer Lage festzuhalten und ihren Materialverbrauch entsprechend in Richtung der Länge zu verschieben.

6. Richtige Einstellung des unter 5. bezeichneten Mechanismus zur Erzielung eines konstanten Lichtbogens.

Die in einem Lichtbogen auftretende Temperatur ist an der positiven Kohle etwa 3200°C. , an der negativen 2800°C. Unreinigkeiten im Kohlematerial, insbesondere Silikate oder ein zu großer Abstand der Kohlenstifte voneinander haben zur Folge, daß der Lichtbogen unruhig brennt, am Umfange der Kohle wandert, summt, um zuletzt ganz zu erlöschen. Um die von der Kohle abspringenden glühenden Kohlenteilchen abzufangen, umgibt man den Lichtbogen mit einer Schutzhülle, dazu kommt noch, daß der bloße Lichtbogen für das Auge höchst schädlich ist, weshalb man die Schutzhülle aus farbigen oder matten Gläsern herstellt. Bei der Wahl der Glassorten muß man noch abwägen, ob nicht auch ein zu großer Lichtverlust durch Absorption entsteht.

Beim Arbeiten mit Bogenlampen schirmt man vorteilhaft das Auge mit einer farbigen Brille zum Schutze gegen die grellen Strahlen.

Wie schon erwähnt, fällt das Licht des elektrischen Flamm-

bogens bei Gleichstrombogenlampen nach unten und zwar in Richtung der Reflexionsstrahlen des Kraters an der positiven Kohle

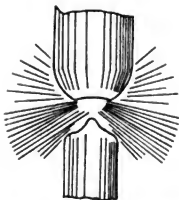


Abb. 70. Lichtbogen bei Gleichstrom.

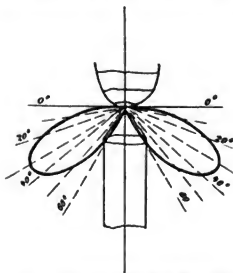


Abb. 71. Lichtverteilung bei Gleichstrom.

(Abb. 70). Durch genaue Messungen hat man nun den Grad der Leuchtkraft festgestellt und zwar hat sich ergeben, daß bei Gleich-

strom die Lichtwirkung der positiven Kohle etwa 85 % und an der negativen 10 % beträgt, während vom Lichtbogen selbst ca. 5 % der Gesamtausstrahlung erzeugt werden.

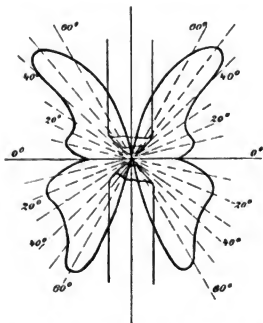


Abb. 72. Lichtverteilung bei Wechselstrom.

Abb. 71 stellt eine Ausstrahlungskurve einer Gleichstromlampe dar. Denkt man sich durch den Krater der positiven Kohle eine Horizontale gelegt und senkrecht dazu eine zweite Linie, so stellen die beiden elliptischen Kurven die Lichtstärke in verschiedenen Winkeln dar. Wie man erkennt, liegt das Maximum

bei 40° schräg nach unten; das Minimum in der Horizontalen.

Bei Wechselstrom findet entsprechend dem gleichmäßigen Abbrennen der beiden Kohlenstifte eine fast gleiche Ausstrahlung nach

oben und nach unten statt (Abb. 72). Die größte Ausstrahlung liegt hier nach unten unter 60° zur Horizontalen.

Wenn auch in neuester Zeit Bogenlampen jeder Spannung und Stromstärke gebaut werden, so hält man doch fest an den seit Jahren gebräuchlichen Modellen. Die gewöhnliche Spannung ist ca. 30 bis 45 Volt, bei großen Scheinwerfern 50—80 Volt. Bei diesen festliegenden Daten erreicht man die gewünschte Leuchtkraft durch richtige Wahl der Stromstärke und dementsprechende Länge des Lichtbogens.

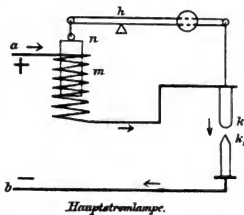


Abb. 73.

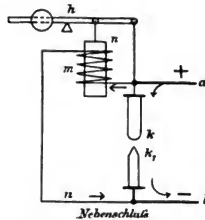


Abb. 74. Nebenschlußlampe.

Größe des Lichtbogens und Lichtstärke bei Gleichstromlampen:

Stromstärke in Amp.	5—8	8—10	10—12
Millimeter-Abstand	1—2	2—3	3—4
Lichtstärke in Normalkerzen . .	450—830	830—1130	1130—1450

Die Abmessungen der Kohlenstifte richten sich nach der Stromstärke bzw. der Lichtstärke und natürlich auch nach der Brenndauer. Die üblichen Maße ersieht man aus den Preislisten der Bogenlampenfabriken.

Für ungefähr je 1 Ampère Stromstärke rechnet man ca. 100 Normalkerzen. Demnach gebraucht man für jede Normalkerze eine Energie von ca. 0,4 Watt. Ist Spannung und Stromstärke einer Bogenlampe gegeben, so ist der Energieverbrauch leicht zu ermitteln. Nimmt man an, daß zwei Lampen in eine Reihe geschaltet sind, so ergibt sich der Energieverbrauch, wenn jede der Lampen ca. 10 Ampère und 45 Volt verbraucht, $10 \times (2 \times 45) = 10 \times 90 = 900$ Watt. Rechnet man für 600—650 Watt nutzbar an den Polklemmen einer Dynamomaschine abgebenen ungefähr

1 PS (Pferdestärke), so läßt sich der Kraftbedarf einer ganzen Anlage ziemlich genau bestimmen.

Den Vorrichtungen zur Erzeugung eines gleichbleibenden Lichtbogens liegen drei verschiedene Schaltungen zu Grunde, und zwar wird die Schubbewegung stets durch den magnetischen Einfluß von Eisenkernen oder Ankern hervorgerufen, so daß entweder beide Kohlen sich entgegen bewegen oder daß die Oberkohle vermöge ihrer Schwere nach unten sinkt. Eine Regulierung von Hand findet in den seltensten Fällen statt.

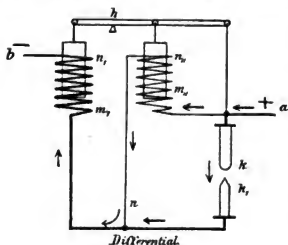


Abb. 75. Differentialbogenlampe.

system im Nebenschluß und bei der dritten, der Differentiallampe, findet Vereinigung der beiden ersten Vorrichtungen Verwendung. Bei allen drei Systemen trägt der Hebel n einerseits die Kohle k , während die untere Kohle k_1 feststehend angenommen ist. Der Strom tritt bei a ein und bei b aus, und bewegt den Eisenkern in der Drahtspule m .

Die Schwere der oberen Kohle und die magnetische Kraft der Spule sind so abgeglichen, daß beim Stromschluß die sich anfangs berührenden Kohlen voneinander entfernt werden, der Lichtbogen sich bildet und während der Brenndauer gleichbleibend erhalten wird. Die Lampen der zweiten und dritten Art können sowohl hintereinander, in Reihen neben oder in Reihen parallel geschaltet werden.

Abb. 76 u. 77 zeigen eine Differential- und eine Nebenschlußbogenlampe in praktischer Ausführung.

In Abb. 73, 74, 75 sind die drei Arten Reguliervorrichtungen gezeigt. Bei dem ersten System, der Hauptstrombogenlampe, erhält das Magnetsystem den vollen Betriebsstrom. Diese Anordnung findet nur Verwendung bei Einzelschalten der Lampe wie z. B. für Scheinwerfer- oder Dauerbrandlampen. Bei der zweiten Art der Regulierung liegt das Magnet-

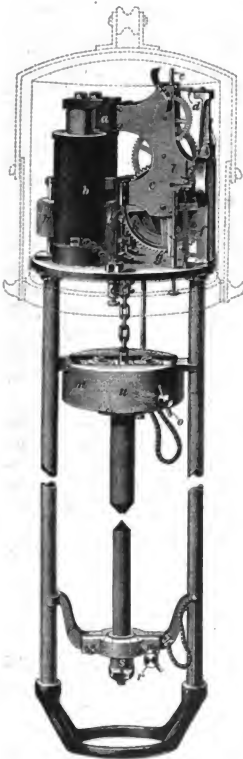


Abb. 76. Nebenschlußlampe.

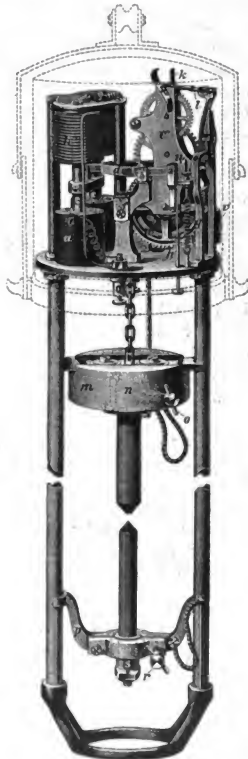


Abb. 77. Differentiallampe.

Differentialbogenlampe.

Das Laufwerk e ist zur Vermeidung von Reibungsverlusten und zur Erhöhung der Empfindlichkeit des Regelwerkes auf einer

Messerschneide *f* gelagert. Die Hauptstromspulen *b* sind über den Nebenschlußspulen *a* derart angeordnet, daß die Schenkel eines H-förmigen Eisenkörpers *c* in dieselben eintauchen können. Am Joch dieser Eisenkerne ist der Hebelarm *d* befestigt, der seinen Stützpunkt auf der Schneide *i* findet und die Auf- und Abwärtsbewegung des Ankers in eine schwingende Bewegung des Laufwerkes umsetzt.

Beim Einschalten der Lampe zieht die Nebenschlußspule *a* den Kern *c* an und veranlaßt dadurch eine Schwingung des Laufwerkes *e*. Das Sternrad *k* wird von seiner Arretierungszunge *l* frei, und das Laufwerk setzt sich infolge Übergewichts des oberen Kohlenhalters *m* in Bewegung, bis sich die Kohlenstifte berühren, wodurch die Nebenschlußspule stromlos wird. Die Hauptstromspule hingegen wird jetzt vom Strom durchflossen und übt auf den Eisenkern eine Zugkraft aus, d. h. das Laufwerk schwingt zurück, die untere Kohle sinkt dadurch und es bildet sich der Lichtbogen. Steigt jedoch die Spannung im Lichtbogen infolge des Abbrandes der Kohlen, so wird die Nebenschlußspule wieder erregt und der Kern *c* wird nach abwärts gezogen.

Die damit eintretende Schwingung des Laufwerkes *e* hat eine Auslösung des Sternrades *k* zur Folge. Dadurch tritt eine sofortige Regulierung des Lichtbogens ein und es wird ein konstantes Verhältnis zwischen Stromstärke und Spannung aufrecht erhalten. Die Regulierung erfolgt auch hier durch ein mehr oder minder starkes Anziehen der Zugfeder *g* durch die Façonmutter *u*.

Um ein „Schlagen“ der Lampen beim Einschalten zu vermeiden, ist ein Luftdämpfer *v* angeordnet.

Nebenschlußbogenlampe.

Die Reguliervorrichtung der Lampe besteht, wie aus Abb. 77 ersichtlich ist, nur aus dem feststehenden im Nebenschluß liegenden Elektromagneten *b* und dem Laufwerk *c*. An dem im Punkt *i* schwingbaren Gehäuse des Laufwerkes ist der Anker *a* angebracht; das Kettenrad *k*, über welches die beide Kohlenhalter tragende Kette läuft, ist derart angeordnet, daß bei einer Schwingung des Laufwerkes nur der untere (neg.) Kohlenhalter gehoben oder gesenkt wird, der obere im treibenden Gewichte *m* des Laufwerkes *e* angeordnete Kohlenhalter *n* aber vollständig still steht. — Beim Ausregulieren des Lichtbogens braucht also nicht, wie bei anderen

Bogenlampen, der durch das Gegengewicht sehr schwere, obere Kohlenhalter mit bewegt zu werden. Es wird dadurch eine besonders empfindliche, sehr exakte Regulierung erreicht.

Wird die Lampe eingeschaltet, so tritt der Strom durch die positive, isolierte Klemme und durch das biegsame Kupferkabel zum positiven isolierten Kohlenhalter. Ein geringer Teil des Stromes findet sofort seinen Weg durch den Nebenschluß-Elektromagneten b, dieser wird stark erregt und zieht den Anker a, der wie schon erwähnt an dem Gehäuse des Laufwerkes e befestigt ist, an. Das ganze Laufwerk hat somit um den Punkt i eine Schwingung gegen den Elektromagnet ausgeführt. Dadurch ist die untere (neg.) Kohle gehoben und das Sternrad c mit Windfang von der vor ihm befindlichen sperrenden Anschlagszunge d frei geworden. Das Übergewicht des oberen Kohlenhalters setzt nun das Getriebe des Laufwerkes in Bewegung und die Kohlenstifte nähern sich einander bis zur Berührung. Der Strom geht nun direkt durch die Kohlenstifte, der Elektromagnet wird vorübergehend stromlos, der Anker a mit dem Laufwerk e schwingt wieder zurück und durch das gleichzeitige Zurücksinken der unteren Kohle von der oberen wird der normale Lichtbogen hergestellt.

Infolge Abbrennens der Kohlenstifte wächst der Widerstand des Lichtbogens, der Elektromagnet wird allmählich erregt, der Anker mit dem Laufwerk mehr und mehr angezogen, bis schließlich das Sternrad c frei wird und eine Drehung ausführt; die Kohlenstifte nähern sich einander um eine Wenigkeit, die Spannung des Lichtbogens sinkt etwas, worauf sich das Laufwerk infolge der Zugkraft der Feder f sofort zurücklegt und durch das damit bedingte Sinken der unteren Kohle wird die normale Spannung des Lichtbogens wieder hergestellt. Um zu rasche Bewegungen des Mechanismus und folglich Zuckungen des Lichtbogens zu vermeiden, ist ein Luftdämpfer n angeordnet. Zur Regulierung des Lichtbogens dient die Zugfeder f, die einerseits am Laufwerk und andererseits am Lampenteller befestigt ist und durch eine Façonmutter l mehr oder weniger angezogen werden kann. Das Anziehen der Feder erhöht, das Nachlassen vermindert die Spannung.

Die Spannung einer Zentrale ist so hoch bemessen, daß vorteilhaft sowohl Glühlampen wie Motoren angeschlossen werden können. Da nun bei den gebräuchlichen Bogenlampen die Spannung ca. 30 bis 45 Volt betragen muß, so schaltet man alsdann mehrere Bogenlampen hintereinander, so daß die Netzspannung von denselben ver-

braucht wird. Ein kleiner Bruchteil wird aber dann immer noch übrig bleiben, der den Lampen schädlich sein würde. Zur Vernichtung dieser Spannung bringt man in den Stromkreis noch Widerstände. Dieselben bestehen aus einer Drahtspule von hohem spezifischem Widerstand; allgemein verwendet man Neusilber, Nickel, Kruppin oder auch Eisendraht. Bei Einzellampen ist stets ein größerer Vorschaltwiderstand erforderlich. Da diese Widerstände einen Teil der Energie verbrauchen, der sich in Wärme umsetzt, so ist die Größe und Form derselben stets ganz genau zu bestimmen. Damit eine Feuersgefahr durch Berühren brennbarer Gegenstände mit den heißen Drähten vollständig ausgeschlossen ist, erhalten sie Schutzhüllen.

Bei Wechselstromlampen verwendet man verteilhaft Transformatoren (siehe daselbst).

2. Glühlicht.

Erst in den letzten Jahren gelang es Bogenlampen von geringer Kerzenstärke herzustellen, während man bis dahin für geringere Leuchtkraft auf die Glühlampen angewiesen war. Zu der schnellen Ausbreitung der Glühlampen kommt noch der Vorteil einer stets betriebsfertigen Lampe hinzu, da dieselbe keiner Wartung, Erneuerung der Glühkörper und Reinigung wie die Bogenlampe bedarf.

Praktisch ist die Glühlampe erst kurze Zeit in Gebrauch. Die ersten Versuche gehen zurück bis zum Jahre 1840 in welchem W. R. Gerre Versuche mit einer Vakuumlampe machte. Im Jahre 1845 nahm J. W. Starr ein Patent in Cincinnati auf Glühlampen. Es folgen dann die Erfindungen von Moses G. Farmer 1859 sowie die von W. E. Sawyer und Hiram S. Maxim 1877, die bereits verschiedene Beleuchtungsversuche anstellten.

Die ersten Glühlampen mit Leuchtkohle aus Papier wurden 1877 von Sawyer & Man hergestellt. Im gleichen Jahre nahm Edison ein Patent auf eine Platindraht-Glühlampe. Nachdem Sawyer darauf hinwies, daß diese Lampe keinen Wert habe, suchte Edison unter dem 21. April 1879 ein erstes Patent auf Glühlampen von hohem Widerstand für Parallelschaltung nach, dem am 11. Dezember ein zweites auf eine Glühlampe mit Papierkohle folgte. Das amerikanische Patent, nach welchem später in der Praxis die Lampen hergestellt wurden, datiert vom 27. Jan. 1880. Die Verdienste Edisons um die Erfindung der Glühlampe wurden

in langen Patent-Prozessen kaum geschmälert. Der Name des wirklichen Erfinders der Glühlampe (eines in der Nähe New Yorks wohnenden Deutschen) und die Erfindung sind lange unbekannt geblieben.¹⁾ Während bei der von Edison erfundenen Lampe der Glühkörper in einem Vakuum steckt, gelang es Prof. Nernst in Göttingen eine Lampe ohne Vakuum herzustellen, bei der ein kurzer Glühkörper aus ähnlichen Stoffen wie bei dem Gasglühlicht, durch den Stromdurchgang leuchtend erhalten wird.

Die übrigen Glühlampen wie Osmiumlampe, Moorelicht, Tesla-licht, Quecksilberlampe u. s. w. haben sich noch keinen Eingang in die Praxis verschaffen können.

Die Glühfadenlampe.

Das Prinzip der Glühlampe beruht auf der Eigenschaft des elektrischen Stromes jeden Leiter, den er durchfließt, mehr oder weniger stark zu erwärmen und zwar steht die Erwärmung einerseits in dem einfachen Verhältnisse des Widerstands des Leiters, andernteils im quadratischen Verhältnisse zur Stromstärke. Erhöht man einen dieser Faktoren genügend, so läßt sich der Leiter in Weißglut bringen. Bei der Herstellung der Glühlampe hat man nicht allein darauf zu achten, daß ein dünner Kohlenfaden in einer Glasbirne eingeschlossen wird, aus welcher die atmosphärische Luft entfernt ist, sondern eine Hauptbedingung ist die, alle anderen Gase aus der Birne fern zu halten, so daß also ein von allen Gasen freies Vakuum hergestellt wird.

Die Temperatur des Kohlenfadens ist beim Glühen ca. 1270° C. Bekanntlicherweise kann man die Glasbirne einer Glühlampe während des Gebrauchs anfassen; ein Beweis, daß wenig Wärme auf die Außenwände der Birne übertragen wird. Diese Eigenschaft der Glühlampe beruht nämlich auf dem vollständigen Vakuum der Birne. Würde man den Hohlraum der Birne mit einem nicht oxydierenden Gase, eventuell Stickstoff, füllen, so würde die Wärme des Kohlenfadens durch dieses Gas auf die Außenwände übertragen, also einen starken Wärmeverlust herbeiführen. Man müßte mithin dem Kohlenfaden eine größere Menge Energie zuführen, um den gleichen Leuchteffekt zu erhalten.

Die Umsetzung der elektrischen Energie in Licht ist abhängig

¹⁾ Ausführliche Angaben hierüber in Pope „Evolution of the Electric Incandescent Lamp“. Verlag von Henry Cook, Elizabeth U. S. A. 1889.

von der Oberfläche des erhitzten Fadens, d. h. von seiner Größe und Beschaffenheit, sowie von der Temperatur, in welcher er sich befindet.

Die Lichtstrahlen einer Lichtquelle setzen sich aus dunkeln und leuchtenden Strahlen zusammen. Da nun mit zunehmender Temperatur die letzteren Strahlen bedeutend stärker vorhanden sind, so muß man dafür sorgen, daß der Kohlenfaden bis nahe an seine Verdampfungsgrenze (nach H. F. Weber 1330° C.) erhitzt wird.

Die Lichtstärke L einer Glühlampe ist unter sonst gleichen Verhältnissen angenähert gleich dem Kubus der aufgewendeten Energie mal einer Konstante C , so daß also dieselbe aus der Gleichung

$$L = C \times W^3$$

zu ermitteln ist.

Mit diesen Vorbedingungen ist aber noch nicht den Ansprüchen, die man heute an eine gute Glühlampe stellt, voll Genüge geleistet. Ein Hauptaugenmerk ist noch auf das Ausgleichen und Regulieren des Widerstandes zu richten.

Als Edison seine erste Glühlampe fabrizierte, gelang es ihm nicht die Lampen gleichmäßig herzustellen. Wenn er auch mit der Anwendung von Bambusfasern eine bedeutend bessere Glühlampe herzustellen vermochte, so fehlte es doch noch an einem Verfahren, den Widerstand des Kohlenfadens zu regulieren. Nach dieser Richtung hin waren Cheasborough und Maxim glücklich tätig, denen es gelang, durch Niederschlagen von Kohlenstoff aus kohlenwasserstoffhaltigen Gasen, einen möglichst gleichmäßigen Widerstand der Fäden zu erzielen.

Die äußere Form einer elektrischen Glühlampe ist im allgemeinen diejenige einer Birne, Abb. 78, deren ausgebauchter Teil unten in eine Spitze ausläuft, oben sich zu einem Halse verdünnt, in dem die Kohlenfäden befestigt sind. Andere Formen als noch die einer Kugel bei kleinen Lampen haben für den Arzt kein Interesse. Die Leuchtstärke der größeren Glühlampen ist normalisiert und kommen Lampen von 5, 8, 10, 16, 25, 32, 50, 100 und mehr Normalkerzen in den Handel.

Die Kohlenfäden sind an kleinen Metalldrähten befestigt, die in dem Halse der Lampe eingeschmolzen sind. Damit auch ein



Abb. 78. Glühlampe.

vollständig luftdichtes Einschmelzen erfolgen kann, muß bei der Fabrikation darauf geachtet werden, daß die Metaldrähte und das verwendete Glas denselben Ausdehnungskoeffizienten haben. Man verwendet deshalb fast ausschließlich dünnen Platindraht und Bleiglas. Das Befestigen der Kohlenfäden an die Platindrähte geschieht heute durch einen elektrischen Niederschlag von Kohlenstoff in Benzin oder Gasäther. Dieses Verfahren geht schnell und stellt eine sichere Verbindung her. Würde die Verbindung nicht innig genug sein, so bildete sich an der Übergangsstelle ein höherer Widerstand, was zur Folge hätte, daß sich dieselbe stärker erwärmte und bald ganz verbrennt, wodurch die Lampe unbrauchbar würde.

Die Kontakte bzw. die Metallteile, welche an der Glasbirne befestigt sind, und die dazu dienen, dieselbe in den Fassungen der Beleuchtungskörper anzubringen, erhalten je nach der Helligkeit der Glühlampen verschiedene Formen. Für kleinere Lämpchen verwendet man wohl auch nur kleine Platinösen, während man Lampen bis zu 50 und 100 Kerzen mit verschiedenen Kontakten versieht.

Mit der Zeit haben diese Kontakte normale Größen und Formen erhalten, was naturgemäß insofern von Wichtigkeit ist, als man nicht von einer bestimmten Fabrik abhängig ist. Die beiden gebräuchlichsten Systeme sind die Edisongewinde, Abb. 79, und der Swankontakt, Abb. 80. Während das erstere die Gestalt einer groben Schraube mit einer Kontaktplatte in der Mitte hat, besteht das zweite aus zwei ovalen oder runden Kontaktplättchen, die isoliert in einem kurzen zylindrischen Teil angebracht sind. Entsprechend den Kontakten müssen auch die Fassungen selbst hergestellt sein. d. h. die



Abb. 79. Edisonsockel.

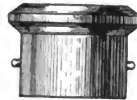


Abb. 80. Swansockel.

Edisonfassung hat in ihrer Hülse ein Muttergewinde und in der Mitte eine Auflage für die Kontaktplatte, während bei der Swanfassung die Lampen durch einen Bayonettverschluß in Kontakt gehalten werden.

Wie schon eingangs erwähnt, wirken Lebensdauer und Ökonomie einander entgegen. Je höher die Ökonomie ist, desto geringer ist die Lebensdauer und je geringer erstere ist, desto länger hält die Lampe. Die Hauptabnehmer der Glühlampen, die Elektrizitätswerke, stellen nun durch Versuche fest, wie lange eine Glühlampe brennt.

Da es sehr zeitraubend sein würde die Glühlampen bei normalem Betriebe zu prüfen, so werden dieselben mit einer Überspannung von 25—30% gebrannt, woraus sich dann durch die Erfahrung bestimmen läßt, wie lange eine Lampe brauchbar bleibt.

Eine Lampe von 16 Kerzen geht in ihrer Leuchtkraft selbst bei normaler Spannung derart zurück, daß sie nach 200 Brennstunden nur noch 15,5, nach 400 Stunden 15, nach 800 Stunden 13,4 und nach 1000 Stunden nur noch 11,5 Kerzen hat. Mit dieser Verringerung der Leuchtkraft wächst aber auch der Verbrauch an Energie pro Kerze. Beträgt dieselbe anfangs 2,25 Watt, so erhöht sich dieselbe nach 400 Stunden auf 3 Watt, nach 1000 Stunden auf 3,5 und nach 2000 Stunden auf 4 Watt pro Kerze. Diese Daten zeigen deutlich, daß das Hauptaugenmerk bei der Fabrikation der Lampe auf die Wahl der Ökonomie zu richten ist. Man hat deshalb die beiden gegensätzlichen Faktoren, lange Lebensdauer und geringeren Energieverbrauch, so zu wählen, daß ein Maximum der Wirtschaftlichkeit auftritt.

Die Nernstlampe.

Im Jahre 1897 gelang es Prof. Nernst in Göttingen eine von den gewöhnlichen Glühlampen in der Konstruktion und dem Prinzip verschiedene Lampe zu bauen. Der Glühkörper der Nernstlampe besteht aus sogenannten seltenen Erden in Verbindung mit Magnesia. Als solche kommen hauptsächlich Cer- und Thoroxyde in Betracht, die bekanntlicherweise auch in der Gastechnik zur Herstellung von Glühstrümpfen verwendet werden und die eine bedeutende Lichtmenge in glühendem Zustande ausstrahlen. In kaltem Zustande leitet ein solcher Glühkörper den elektrischen Strom nicht; erst wenn derselbe auf eine Temperatur von 600—800° C. erwärmt wird, ist er im stande eine gewisse elektrische Energiemenge in

Licht und Wärme umzusetzen. Die Glühkörper werden auch nicht wie bei der Kohlenfadenlampe im Vakuum gebrannt, sondern in der freien Luft. Die Anwendung eines feuerbeständigen Materials bei der Nernstlampe geschah mit Rücksicht darauf, daß die Verbesserung der Vakuumlampe ziemlich aussichtslos war. Während die Kohlenfadenlampe keine weitere Erhitzung verträgt, ohne ernstlich Schaden zu nehmen, so verwendet man bei der Nernstlampe nur hohe Spannung, wodurch sich die Ökonomie immer vorteilhafter gestaltet.

Das Licht der Nernstlampe kommt, wie Versuche zeigten, ziemlich nahe dem Sonnenlicht. Der Verbrauch an Energie ist ungefähr halb so groß wie bei der Kohlenfadenlampe.

Die größte Schwierigkeit bei dieser Erfindung ist wohl in dem Anwärmen des Magnesiastäbchens zu suchen. Man hat jedoch sehr einfache Vorrichtungen ersonnen, die es unnötig machen, das Anwärmen mit einer Flamme zu besorgen, indem eine Platinspirale durch den elektrischen Strom zunächst ins Glühen kommt, bis das Magnesiastäbchen genügend erhitzt ist, woraufhin sich der Strom selbsttätig auf den Glühkörper umschaltet.

Osmium-Lampe.

Ähnliche Stoffe, wie sie in der Nernstlampe Verwendung finden, gebraucht auch der rühmlichst bekannte Dr. Auer von Welsbach in Wien. Derselbe verwendet für seine Lampe, die eine Vakuumlampe ist, Fäden aus Osmium, Iridium oder Thoroxyd, indem er auf einem feinen Platinfaden Niederschläge von diesem Metall macht oder die betreffenden Metalloxyde mit Nitrocellulose in gepulvertem Zustande mischt, Fäden daraus preßt und sie nach der Denitrirung glüht, oder es kann ein Baumwollfaden mit den entsprechenden Salzen getränkt und dann verkohlt werden. Die Herstellungskosten eines solchen Glühfadens dürften insofern schon hoch sein, als das Rohmaterial an und für sich im Preise hoch steht und von ausgedehnter Brauchbarkeit eines solchen Fadens kaum die Rede sein dürfte.

Zu den Stromverbrauchern gehören vor allen Dingen auch:

III. Elektromotoren.

Leitet man elektrische Kraft in eine Dynamomaschine, so erzeugt man umlaufende Bewegung des Ankers derselben, so daß man diese Bewegung für Arbeiten aller Art benützen kann. Wir nennen eine solche Vorrichtung einen Elektromotor. Für Gleichstrom unterscheiden sich die Elektromotoren von den Dynamomaschinen fast gar nicht, während für Wechsel- oder Drehstrom verschiedene Konstruktionen in Gebrauch sind, auf die wir jedoch hier nicht näher eingehen wollen. Für die Heilkunde kommen hauptsächlich nur kleine Elektromotoren in Betracht, wie sie z. B. für zahnärztliche Zwecke zum Betriebe von Bohrmaschinen gebraucht werden. Am besten eignen sich hierzu Elektromotoren mit vollkommen geschlossenem Gehäuse, welches das Eindringen von Staub oder Fremdkörpern wirksam verhindert.

Der Gleichstrommotor besteht im wesentlichen aus einem festen hufeisenförmigen und einem um eine Welle beweglichen ring- oder trommelförmigen drehbaren Elektromagneten, welchem bei seinem Umlauf der elektrische Strom durch einen mit den Wicklungen verbundenen Kollektor und auf demselben schleifenden Kontakten oder Bürsten zugeführt wird. Die Schenkel des Elektromagneten umgeben mit ihren Enden halbkreisförmig den drehbaren Anker. Die Bewicklung des letzteren besteht aus einer Reihe von Drahtspulen, die hintereinander verbunden, und nach den einzelnen Kollektorsegmenten geführt sind. Auf dem zylinderförmigen Kollektor schleifen federnd, einander gegenüberstehend und an einem gemeinsamen Träger isoliert befestigte Bürsten aus Kohle oder Metallgeflecht. Die Stellung der Bürsten zu dem Kollektor ist derartig, daß sich bei Stromeinleitung im Anker Magnetpole in einiger Entfernung von den entgegengesetzten Polen des festen Elektromagneten bilden, wodurch sie sich gegenseitig beeinflussen und der Ring um seine Achse gedreht wird.

Diese Drehung ändert jedoch nichts an der Lage der Pole des Ankers und des festen Elektromagneten zueinander, da mit der Drehung des Ringes auch der fest mit ihm verbundene Kollektor mitgeht, die Stromzuführungsstelle durch die feststehenden Bürsten jedoch unverändert bleibt.

Der Kollektor bewirkt eine kontinuierliche Umschaltung, welche die Magnetpole im Anker fortwährend an der für die Bewegung durch den feststehenden Elektromagneten günstigsten Stelle neu ent-

stehen läßt, so daß beständig ein Drehung bewirkender seitlicher Antrieb auf den Anker ausgeübt wird.

Bei dieser Anordnung ist also der Eisenkörper des Ankers zu schnellem Wechsel der magnetischen Polarität gezwungen. Man stellt denselben, um dies durch möglichst feines inneres Gefüge der Eisenmasse zu erleichtern, aus sehr dünnen Eisenblechen oder feinen Drähten her, welche durch Papier, Lack oder dergl. voneinander isoliert sind. Letzteres dient zur Vermeidung von störenden, einen Energieverlust hervorbringenden Induktionsströmen (Foucaultströme) in der Eisenmasse.

Der Stromlauf in Elektromotoren kann entweder so eingerichtet werden, daß Elektromagnet und Anker hintereinander, Abb. 81,

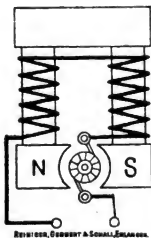


Abb. 81. Reihomotor.

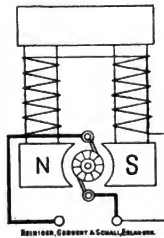


Abb. 82. Nebenschlußmotor.

(Reihomotor) oder daß beide parallel, Abb. 82, geschaltet werden (Nebenschlußmotor). Letztere Schaltung wird meist vorgezogen, da Nebenschlußmotoren sich besser regulieren lassen.

Bei der Rotation eines Elektromotors wird, da derselbe wie eine Dynamomaschine gebaut ist, in der Drahtwicklung des rotierenden, ringförmigen Magneten eine elektromotorische Kraft erzeugt, welche dem Betriebsstrom des Motors entgegenwirkt.

Dies hat zur Folge, daß bei der Ingangsetzung eines Elektromotors, (wenn also die Gegenkraft noch nicht zu voller Wirkung gekommen ist), durch den Motor eine höhere Stromstärke gehen muß, als wenn er volle Umlaufszahl hat. Bei größeren Motoren ist man deshalb gezwungen, um die anfänglich erhöhte Stromstärke nicht durch Erhitzen der Drähte verhängnisvoll für den Motor werden zu lassen, vor Anlaufen desselben erst einen Vorschalt-

Widerstand anzuwenden. Derselbe wird, nachdem der Motor seine volle Geschwindigkeit erlangt hat, wieder aus dem Stromkreise ausgeschaltet. — Bei kleineren Elektromotoren kommt der erzeugte Gegenstrom nicht in Betracht, man verwendet jedoch dessen ungeachtet Elektromotoren immer in Verbindung mit Regelwiderständen, um ihre Umlaufgeschwindigkeit durch Beeinflussung der Stromstärke verändern zu können.

Da durch Einschalten des Widerstandes die Umlaufzahl für einzelne Anwendungsarten der Motoren (Betrieb von Influenzmaschinen u. s. w.) noch nicht genügend herabgemindert werden kann, außerdem weitgehendes Herabsetzen der Stromstärke allerdings Verringerung der Umlaufzahl bewirkt, jedoch nebenbei auch die Zugkraft stark beeinträchtigt (der günstigste Nutzeffekt ergibt sich nur bei hoher Umlaufzahl des Motors), so empfiehlt es sich, in diesen Fällen am Motor eine Geschwindigkeitsübertragung durch Schnurscheiben verschiedenen Durchmessers anzubringen.

Es ist wichtig, daß richtige Verhältnisse für die Abmessungen des Eisens und der Drähte gewählt sind. Ferner kommt es auf zweckentsprechende Form von Elektromagnet und Anker an. Für die Haltbarkeit des Motors ist eine gute Ausführung des Kollektors und der Stromzuführungsbürsten, sowie gute Lagerung der Motorachse von Wichtigkeit.

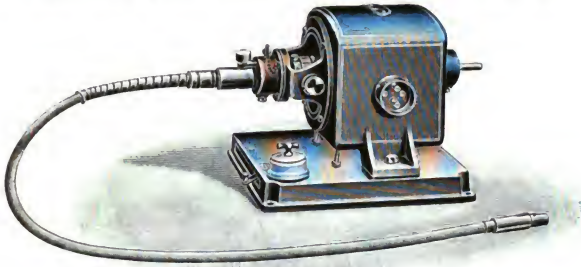
Die Segmente (Stahl- oder Bronzestücke) des Kollektors müssen gut voneinander isoliert und stark sein, damit sie nicht zu schnell der Abnutzung unterliegen.

Ein in Betrieb befindlicher Motor darf kein übermäßiges Geräusch hervorbringen, was unter Umständen gerade in der ärztlichen Praxis sehr unangenehm empfunden werden könnte. Bei zweckentsprechender Konstruktion des Kollektors und der Bürsten ist störendes Geräusch nicht vorhanden.

Wechselstrom-Motoren: Für den Betrieb mit Wechselstrom kann dieselbe Konstruktion wie mit Gleichstrom verwendet werden, nur muß dann auch das Eisen des festen Elektromagneten geblättert sein, d. h. aus vielen dünnen Scheiben bestehen, um schädliche Induktionsströme im Innern des Eisens selbst und dadurch Erhitzung zu vermeiden, zufolge dessen das Eisen durch die feinere Struktur der dünnen Eisenblätter dem schnellen Polwechsel ohne Verzögerung folgen kann.

Für größere Leistungen sind die teureren Wechselstrommotoren mit Kurzschlußanker vorzuziehen.

Die Darstellung der Vorgänge in diesen Motoren würde jedoch hier zu weit führen. Es sei nur bemerkt, daß bei Drehstrommotoren Rotieren des magnetischen Feldes um den Anker stattfindet, durch welches letzterer mitgenommen wird. Die Motoren mit Kurzschlußanker haben keinen Kollektor, laufen deshalb noch ruhiger als



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 83. Bohrmaschine.

Gleichstrommotoren, gehen aber (abgesehen von Drehstrommotoren) nicht mit Belastung an und bleiben bei Überlastung leicht stehen. Wegen letzterer Nachteile verdienen, wenn angängig, Gleichstrommotoren immer den Vorzug. Für kleinere Leistungen verwendet man stets einphasige Elektromotoren, die an zwei beliebige Zuleitungsdrähte des Drehstromes, welcher bekanntlich deren drei hat, angeschlossen werden.

Hemmvorrichtungen an Elektromotoren: Unterbricht man den durch einen Elektromotor gehenden Strom, so hört wohl der Antrieb auf, der Anker rotiert jedoch infolge der aufgenommenen lebendigen Kraft noch eine Zeitlang weiter, bis diese Kraft durch die Reibung verbraucht ist. Um sofortiges Anhalten, z. B. des Bohrwerkzeuges zu bewirken, wurden Vorrichtungen konstruiert,



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 84. Gleichstrom-Kapselmotor.

bei welchen durch Unterbrechung des Stromes eines am Motor angebrachten kleinen Elektromagneten die mit dem Anker desselben verbundene biegsame Arbeitswelle von der Motorachse abgekuppelt wird. Bei derartigen Einrichtungen muß also für die ganze Dauer des Arbeitens der Strom durch den Elektromagneten fließen, was



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 85. Wechselstrommotor.

nicht unwesentliche Vergrößerung des Stromverbrauches mit sich bringt. Da außerdem der betreffende Mechanismus etwas empfindlich ist und deshalb besonders bei Überanstrengung der Einrichtung leicht in Unordnung gerät, so ist eine andere erst neuerdings be-



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 86. Hängender Pendelektromotor.

kannt gewordene Hemmvorrichtung entschieden vorzuziehen, welche folgendermaßen funktioniert:

Durch Treten auf einen Fußkontakt wird in schneller Aufeinanderfolge zuerst der Strom im Anker geöffnet, dann die Wicklung des letzteren kurz geschlossen und hierauf der durch den festen

Elektromagneten gehende Strom unterbrochen. Bei diesem Vorgang entsteht im Anker ein kräftiger Gegenstrom, welcher sofortigen Stillstand bewirkt. Die Einrichtung ist jedoch nur für Gleichstrom zulässig.

Verwendung finden die Elektromotoren zum Betriebe von Influenzmaschinen, kleinen Ventilatoren, kleinen Luftpumpen für pneumatische Ohrmassage, zur Trepanation, zum Bohren. Sägen, zur Vibrationsmassage, zu Harnzentrifugen und Ventilatoren, ferner als Gleichstromtransformatoren (Umwandlung hoher in niedrige Spannung) und bei Wechselstrom zum Betrieb kleiner Gleichstromdynamomas durch Wechselstrommotor (Wechselgleichstrom - Transformation).

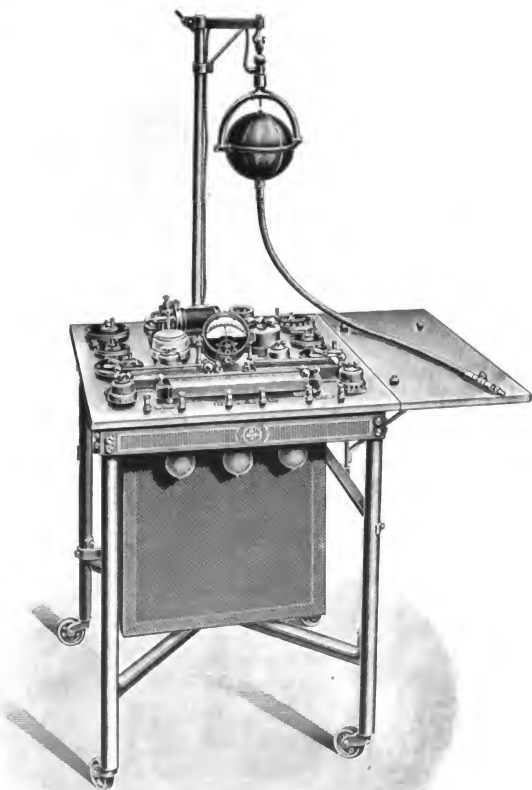
Störungen sind bei Elektromotoren selten, sofern man für ausreichende Ölung der Achse sorgt und die Maschine vor mechanischen Beschädigungen bewahrt. Vorkommenden Falles sehe man nach, ob sich die Achse mangels Ölung nicht etwa festgesetzt hat, was eventuell durch den Mechaniker zu reparieren wäre; ferner, ob sich keine Drahtverbindungen gelöst haben, und ob die Bürsten gut auf dem Kollektor aufliegen.

Zacharias und Mäsch, Elektromedizinische Apparate.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 87. Bohrmaschine auf Säule.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 88. Elektromotor mit Schaltapparaten.

Bei der Vielseitigkeit der Konstruktionen, die nach Gewohnheit, Bedürfnis und Geschmack sehr verschieden ausgeführt werden, ist es nicht möglich alle Apparate zu beschreiben, wir müssen uns



Abb. 89. Vibrationsapparat.

daher in den nachstehenden Abschnitten darauf beschränken, einige typische Konstruktionen abzubilden und zu beschreiben.

Die nachstehenden Elektromotoren braucht man für chirurgische Operationen, Erschütterungsmassage, Zentrifugen, Bohrmaschinen sowie Antrieb von den verschiedensten ärztlichen Apparaten. Die

Abb. 83—87 zeigen verschiedene Konstruktionen von Elektromotoren für diese Zwecke und zwar sowohl zum Anschrauben auf Grundplatten, auf Säulen oder Sockeln, oder wie in Abb. 86 zur Aufhängung. Abb. 85 zeigt einen Wechselstrommotor. Derselbe ist mit Anker und Kollektor versehen, so daß er sich leicht regulieren läßt und besser anlaufen kann.

Abb. 88 gibt eine Universaleinrichtung wieder, die für den Anschluß an ein Elektrizitätswerk bestimmt ist. Der Elektromotor ist ähnlich wie in Abb. 86 an einem drehbaren Gestell aufgehängt. Eine derartige Einrichtung dient zur Galvanisation, Elektrolyse, Kataphorese, Faradisation, Endoskopie, Kaustik und Motorenbetrieb. — In Abb. 89 ist noch ein Vibrationsapparat der Gesellschaft Sanitas, Berlin dargestellt, während die zuvor beschriebenen Motoren der Fabrik der Herren Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen entstammen.

IV. Die Leitungen.

Um den elektrischen Strom für die verschiedenen Zwecke zur Wirksamkeit zu bringen ist es notwendig, die Apparate, also die Stromerzeuger, Stromverbraucher und die Hilfsapparate durch metallische Leitungen zu verbinden. Als Leitungsmaterial benützen wir Kupferdrähte, biegsame Schnüre oder Kabel und unter Umständen auch Metalldrähte von hohem elektrischem Widerstande, z. B. Neusilber, Nickelin, Manganin. Die Verbindungsklemmen zwischen den einzelnen Teilen werden aus Messing gefertigt, das man zum Schutz lackiert oder vernickelt.

Der Metallquerschnitt der Verbindungsleitungen ist nach der Stromstärke zu wählen. Bei kurzen Leitungen sollte man zur Vermeidung von erheblichen Verlusten oder Erwärmung der Drähte auf den Quadratmillimeter Kupferquerschnitt nur etwa 1—2 Ampère nehmen. S. d. Tafel Abb. 90.

Für die Anbringung aller leitenden Metallteile und Leitungen überhaupt gilt als erste Vorbedingung gute Isolierung aller Teile, damit der elektrische Strom in der beabsichtigten Weise zur Wirkung kommt und nicht einen anderen Weg wählt, der den Erfolg vereitelt.

Als Isoliermaterial für die einzelnen Teile von Apparaten dient trockenes Holz, Schiefer, Marmor, Glas oder Porzellan. Leitungsdrähte oder Schnüre erhalten in verschiedener Weise ausgeführte Bespinnungen oder Umpressungen aus Isoliermaterial. Starke Leitungen, die fest verlegt in Gebäuden angebracht werden, sind

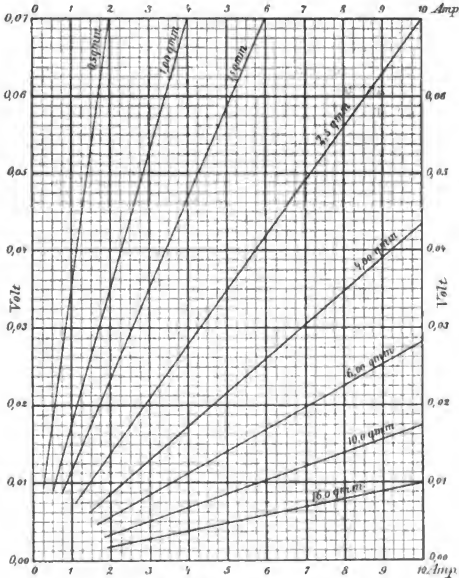


Abb. 90. Leitungsquerschnitte.

vielfach als Kabel gegen Verletzungen noch besonders über der Isolierung geschützt und werden z. B. auch als sogenannte Bleikabel ausgeführt, welche über der isolierenden Faserhülle mit Bleirohr umpreßt sind. —

Unter Umständen vereinigt man auch zwei oder mehrere Leitungen zu einem gemeinsamen Kabel oder biegsamen Litzen.

Die Technik der Isolierung bzw. Bespinnung von Leitungen aller Art ist heute derartig ausgebildet, daß man allen Anforderungen für die verschiedenen Verwendungszwecke nachkommen kann.

Für hohe Spannungen genügt es in vielen Fällen nicht besponnene Drähte anzuwenden, sondern man nimmt für diese Zwecke mit Gummi umpreßte Leitungen. Die hochgespannten Ströme an Induktionsapparaten erfordern meistens auch außerdem noch einen gewissen Luftzwischenraum zwischen den die hohe Spannung führenden Leitungen, da andernfalls auch bei guter Isolierung noch Funken übergehen könnten.

Bei fest aufgestellten Apparaten an der Wand, auf einem Konsol, in einem Schrank oder auf einem Tisch pflegt man gut isolierte Leitungen an Glas- oder Porzellanknöpfen zu befestigen. Auf diese Weise kann man auch blanke Drähte z. B. durch ein Zimmer führen.

Verbinden der Leitungen.

Erste Bedingung für Verbinden elektrischer Leitungen ist die tadellose Reinigung der zu verbindenden Drähte oder Flächen von jeglichem Isoliermittel, also z. B. der Faserumhüllung, der Gummiisolierung oder Verunreinigungen. Es muß auf jeden Fall reine, metallische Berührung zwischen den zu verbindenden Teilen stattfinden oder wie man sich sonst auszudrücken pflegt, blanker metallischer Kontakt vorhanden sein. Andernfalls findet gar kein oder mangelhafter Stromübergang zwischen den sich berührenden Teilen statt.

Kupferdrähte soll man derart vereinigen, daß man ein Stück der zu vereinigenden Enden blank macht und deren Isolierung eventuell abkratzt. Die blankgeschabten Enden werden umeinander in engen Windungen zusammengewürgt, alsdann verlötet und mit Isolierband oder sonst geeignetem Schutzmaterial umgeben. Besonders sorgfältig und vorsichtig muß man bei Litzendrähten verfahren.

Sind Drahtenden um eine Schraube zu legen deren Kopf den Draht festklemmen soll, so muß der letztere zu einer runden Öse gebogen werden. Sollen Litzendrähte durch eine Schraube festgeklemt werden, so müssen sie an eine Metallöse angelötet oder wenigstens an den Enden durch Lötung vereinigt oder mit einer Hülse versehen werden. Abb. 91.

Es ist sehr wichtig, daß man kupferne Leitungen nicht scharf

Querschnitts- und Gewichtstabelle über Kupferdrähte.

Durch- messer in mm I.	Querschnitt in qmm II.	Gewicht von 1 m in g III.	Durch- messer in mm I.	Querschnitt in qmm II.	Gewicht von 1 m in g III.
0,10	0,00785	0,070	0,56	0,24630	2,195
0,11	0,00950	0,085	0,57	0,25518	2,274
0,12	0,01131	0,101	0,58	0,26421	2,355
0,13	0,01327	0,118	0,59	0,27340	2,437
0,14	0,01539	0,137	0,60	0,28274	2,520
0,15	0,01767	0,158	0,61	0,29225	2,605
0,16	0,02011	0,179	0,62	0,30191	2,691
0,17	0,02270	0,202	0,63	0,31172	2,778
0,18	0,02545	0,227	0,64	0,32170	2,867
0,19	0,02835	0,253	0,65	0,33183	2,957
0,20	0,03142	0,280	0,66	0,34212	3,049
0,21	0,03464	0,309	0,67	0,35256	3,142
0,22	0,03801	0,339	0,68	0,36317	3,237
0,23	0,04155	0,370	0,69	0,37393	3,333
0,24	0,04524	0,403	0,70	0,38484	3,430
0,25	0,04909	0,437	0,71	0,39592	3,529
0,26	0,05310	0,473	0,72	0,40715	3,629
0,27	0,05726	0,510	0,73	0,41854	3,730
0,28	0,06158	0,549	0,74	0,43008	3,833
0,29	0,06605	0,589	0,75	0,44179	3,937
0,30	0,07069	0,630	0,76	0,45365	4,043
0,31	0,07548	0,673	0,77	0,46566	4,150
0,32	0,08043	0,717	0,78	0,47784	4,259
0,33	0,08555	0,762	0,79	0,49017	4,369
0,34	0,09080	0,809	0,80	0,50265	4,480
0,35	0,09621	0,857	0,81	0,51530	4,593
0,36	0,10179	0,907	0,82	0,52810	4,707
0,37	0,10752	0,958	0,83	0,54106	4,822
0,38	0,11341	1,011	0,84	0,55418	4,939
0,39	0,11946	1,065	0,85	0,56745	5,057
0,40	0,12566	1,120	0,86	0,58088	5,177
0,41	0,13202	1,127	0,87	0,59447	5,298
0,42	0,13854	1,235	0,88	0,60821	5,421
0,43	0,14522	1,294	0,89	0,62211	5,545
0,44	0,15205	1,355	0,90	0,63617	5,670
0,45	0,15904	1,417	0,91	0,65039	5,797
0,46	0,16619	1,481	0,92	0,66476	5,925
0,47	0,17349	1,546	0,93	0,67929	6,054
0,48	0,18096	1,613	0,94	0,69398	6,185
0,49	0,18857	1,681	0,95	0,70882	6,317
0,50	0,19635	1,750	0,96	0,72382	6,451
0,51	0,20428	1,821	0,97	0,73898	6,586
0,52	0,21237	1,893	0,98	0,75430	6,723
0,53	0,22062	1,966	0,99	0,76977	6,861
0,54	0,22902	2,041	1,00	0,78540	7,000
0,55	0,23758	2,118			

Zum Bestimmen des Querschnittes und des Gewichts der Drähte von 1—10 mm, setzt man das Komma in Kolonne I um eine und in Kolonne II und III um zwei Stellen nach rechts.

biegt, knickt oder beim Entfernen der Isolierschicht mit dem Messer in das Metall einschneidet, weil an diesen Stellen sehr leicht Draht-

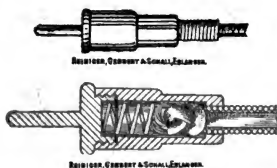


Abb. 91. Verbindungen.

brüche entstehen, die nachher schwer zu finden sind und sehr störende Betriebsunterbrechungen herbeiführen können. Aus diesen Gründen empfiehlt es sich auch nicht zur Befestigung Drähte um einen Nagel zu wickeln. Will man dieselben z. B. auf Holz anheften, so schlägt man

vorsichtig Klammern darüber und zwar so, daß weder die Isolierung noch die Kupferseele verletzt wird.

Die Tabelle auf S. 103 gibt Auskunft über Querschnitt und Gewicht verschiedener starker Kupferdrähte ohne Bessinnung.

Wir kommen nun zur Beschreibung verschiedener Neben- und Hilfsapparate.

V. Schalt- und Sicherheitsapparate.

Alle elektrischen Einrichtungen bedürfen zu ihrer Handhabung Apparate, welche die Verbindung zwischen Stromerzeuger und Stromverbraucher nach Bedarf herstellen oder wieder aufheben. Man nennt sie Schaltapparate, Stromunterbrecher oder Ausschalter. Je nach Umständen werden diese Apparate durch die Hand oder durch den elektrischen Strom selbsttätig bewegt. Man hat also Hand-, Selbst- und Fernschalter. Je nach den Leitungssystemen verwendet man ein- zwei- und mehrpolige Schaltungen, sowie für die verschiedenen Spannungen und Stromstärken solche für niedere Spannung und Stromstärke oder für Hochspannung und hohe Stromstärke. Die Einrichtung der einzelnen Schaltapparate ist je nach dem Zwecke und der Konstruktion der Apparate, für welche sie bestimmt sind, sehr verschieden. Außer den fest angebrachten Schaltern, die an den Apparaten selbst, oder auf Schalttafeln befestigt sind, verwendet man auch Stöpselschalter an beweglichen Leitungen als sogenannte Steckkontakte, deren Stifte in festgeschraubte Wändosen hineinpassen.

Für viele Zwecke braucht man sehr verschieden gebaute Schaltapparate, um z. B. verschiedene Anzahl von Elementen oder Zellen einer Batterie einzuschalten. Der Zellschalter Abb. 92 gestattet



REINIGER, GEBBERT & SCHALL
ERLANGEN.

Abb. 92. Einfachzellschalter.



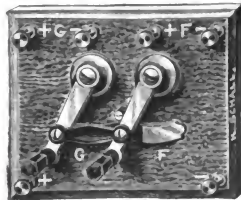
Abb. 93. Doppelzellschalter.

nur von Null anfangend eine beliebige Anzahl von Elementen anzuwenden, während bei dem Doppelzellschalter Abb. 93 zwei Kontaktarme vorhanden sind, so daß man beliebige Zellen aus einer



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 94a. Umschalter.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 94b. Umschalter.

Reihe wählen kann. Man erreicht auf diese Weise eine gleichmäßigere Entladung der Zellen.

Die Abb. 94a und 94b zeigen Stromwender oder Umschalter, für Stromschluß oder Öffnung durch kurze Bewegung schleifender Parallelkurbeln. Abb. 94a ist ein Horizontal-Stromwender nach

Professor Dr. v. Strümpell. Abb. 94b ist ein Stromwechsler und Kombinator nach Dr. de Wattville.

Ein gewöhnlicher Handschalter, wie er auch in der Beleuchtung



Abb. 95. Kapelschalter.

gebraucht wird, ist mit abgenommener Kapsel in Abb. 95 dargestellt, während einen Stöpselschalter Abb. 96 zeigt. Zur Sicherung der Leitungen gegen ein Glühendwerden dient die Bleisicherung Abb. 98 mit zwei verschiedenen Schmelzstreifen, die auch als Bleistöpsel wie in Abb. 97 ausgebildet sind.

Sicherheitsschalter.

Um auf alle Fälle bei eingetretenen Fehlern oder unvorsichtiger Handhabung bei Starkstromapparaten gegen schädliche Erwärmung oder Feuergefahr gesichert zu sein, verwendet man allgemein Schutzvorrichtungen als sogenannte Schmelzsicherungen.



Abb. 96. Stöpselschalter.

Dieselben bestehen gewöhnlich aus Metallstreifen oder Metalldrähten, aus Zinn, Blei oder versilbertem Kupfer, deren Länge und Querschnitt so bemessen ist, daß sie bei der doppelten Stromstärke, für welche die zu sichernde Leitung bestimmt ist, mit Sicherheit in wenigen Sekunden abschmelzen. Gewöhnlich verwendet man für diese Zwecke ein nicht oxydierendes Gemisch aus zwei Teilen Blei und einem Teil Zinn. Um Unglücksfälle zu verhüten, hat der Verband Deutscher Elektrotechniker sowohl für die Anlage elektrischer Einrichtungen im allgemeinen als auch für die Schmelzsicherungen gewisse Vorschrif-

ten erlassen. Die Konstruktion der Schmelzsicherungen muß derartig sein, daß die Schmelzstreifen möglichst in der Mitte durchbrennen, der entstehende Flammenbogen umgebende Teile nicht zünden kann, und das geschmolzene Metall in wenigen Sekunden verdampft.

Um diesen Ansprüchen zu genügen, bringt man allgemein nach dem Vorgehen von Edison die Schmelzstreifen in Porzellanstüpseln an, die durch ein äußeres Gewinde oder einen hindurchgehenden Schraubenbolzen in dem Sicherungskörper festgehalten, und durch Kontakte mit den Leitungen verbunden werden. Der innere Hohlraum des Porzellankörpers ist gewöhnlich mit Gips oder Asbest ausgefüllt und nach außen durch eine Kapsel oder dergleichen abgeschlossen.



Abb. 97. Älterer Edison-Bleistöpsel.

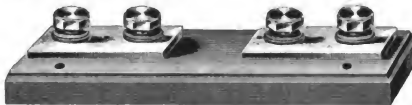


Abb. 98. Bleisicherungen.

VI. Widerstands- und Wärmapparate.

Die elektrische Bewegung, welche wir mit dem Begriffe elektrischer Strom bezeichnen, teilt sich auch den kleinsten Teilen des Leitungsmaterialies mit und veranlaßt infolgedessen auch die Er-

wärmung der metallischen Leiter, welche mit dem Quadrat der Stromstärke wächst. Beträgt der Widerstand eines Leiters r Ohm, bei einer Stromstärke von i Ampère, so ist die in der Zeit t Sekunden erzeugte Wärmemenge $W = 0,240 i^2 r t$ gr Kalorien.

Man kann auf keinem anderen Wege in so weiten Grenzen und so leicht die Wärme regulieren, als bei Anwendung des elektrischen Stromes, den man nach Stärke und Spannung messen und verändern kann. Es ist dadurch möglich, beliebige Temperaturen von wenigen Grad Wärme angefangen, bis zu etwa 1800, mit wenig Kosten und geringem Arbeitsaufwand hervorzubringen. Die Elektrizitätswerke gehen heute elektrische Energie zum Preise von 10—20 Pfg. die Kilowattstunde ab. Für gewisse Zwecke, insbesondere zur Erwärmung von Lötkolben u. dergl., kann man an Stelle von Drahtspiralen, zur Heizung auch die viel größere Wärme des elektrischen Lichtbogens verwenden. Die Erzeugung gleichbleibender Wärme, in ärztlichen Laboratorien, zur Züchtung von Bazillen u. dergl., oder zur Einwirkung auf den menschlichen Körper u. s. w. ist heute bereits allgemein in Gebrauch.

Für viele Zwecke genügt, das Einschalten von Drahtspiralen aus schlechtleitenden Metallen, wie z. B. aus Neusilber, Nickelin, Manganin, Kruppin oder Platina. Für Koch- und Heizapparate kann man die Übertragung elektrischer Wärme auch noch durch Einschmelzen von Edelmetall, als Streifen auf dem emaillierten Geschirr selbst bewirken. Bei allen Einrichtungen muß jedenfalls die von dem elektrischen Strom in den Widerständen erzeugte Wärme gut ausgeüzt, und sicher auf den zu erwärmenden Gegenstand übertragen werden. Schädlicher Einfluß auf die umgebenden Teile oder Entzündung der Gegenstände darf hierbei nicht stattfinden. Bei Kochapparaten ist der Widerstand entweder im Kocher selbst angebracht, oder in besonderen Heizkörpern, oder Heiztellern, auf welche man das zu erwärmende Geschirr stellt. Man hat auch Sieder, welche in die zu erwärmende Flüssigkeit eingetaucht werden können.

Bei der Anwendung solcher Apparate, ist die vorgeschriebene Betriebsspannung nicht zu überschreiten. Andernfalls würde die Stromstärke zu hoch werden und die Apparate schmelzen oder beschädigen. Bei zu geringer Spannung sinkt die Stromstärke und auch die Erwärmung. Für gewisse Zwecke bedarf man eines Vorschaltwiderstandes und einer Reguliervorrichtung, um die Wärme des Heizapparates nach Bedarf verändern zu können. Diese Regel-

widerstände bestehen gewöhnlich aus Nickelinspiralen, die auf einem eisernen Rahmen auf Porzellanisolatoren befestigt sind. Sehr bequem sind auch Porzellanzylinder mit Spiralnuten, in welche ein Nickelindraht gewickelt ist. Die Erwärmung freihängender Spiralen soll nicht mehr als $300\text{--}400^\circ\text{C}$., diejenige bei Widerständen auf Porzellanzylindern $100\text{--}200^\circ\text{C}$. betragen. (Nach Versuchen von Georg v. Erlacher, Elektrotechnische Zeitschrift 1902, S. 406.)

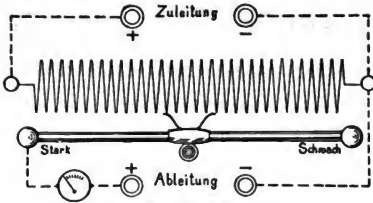


Abb. 99. Spannungsregler.

Um einen Liter Wasser von 0° auf Siedetemperatur zu erhitzen, braucht man 116 Wattstunden. Da das Wasser gewöhnlich $13\text{--}15^\circ$ Wärme hat, so genügen hierfür 100 Wattstunden.

Für kleine Glühöfen, die bis 1200° und mehr Wärme erzeugen, wie z. B. die Zahnärzte zum Emaillieren der Porzellanzähne gebrauchen, verwendet man nach dem Patent des Dr. Thimme, Berlin Widerstände aus Platiniridiumdraht, der durch entsprechende Öffnungen in Chamottplatten gezogen ist.

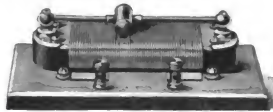
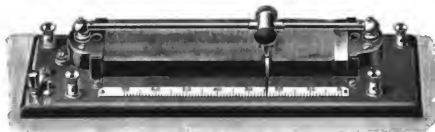


Abb. 100. Regler für Endoskopie.

Nachstehende Abbildungen zeigen verschiedene Einrichtungen, bei welchen von Widerständen in der verschiedensten Weise Gebrauch gemacht ist. Abb. 99 zeigt die schematische Anordnung eines Spannungsreglers, bei welchem durch Verschieben der Kontaktfeder sehr feine Abstufungen erreicht werden können. — Die Konstruktion ist durch Gebrauchsmuster Nr. 45333 den Herren Reiniger, Gebbert & Schall geschützt. Der menschliche Körper wird

in veränderlichen Nebenschluß zur Drahtspirale geschaltet. Die Widerstände in Abb. 100—102 bestehen aus dünnen Drähten von hohem Widerstande, die auf einen Porzellan- oder Steinkörper in Nuten gewickelt sind. Abb. 100 dient zur Endoskopie und hat etwa 10 Ohm Gesamtwiderstand. Eine erhebliche Erwärmung soll

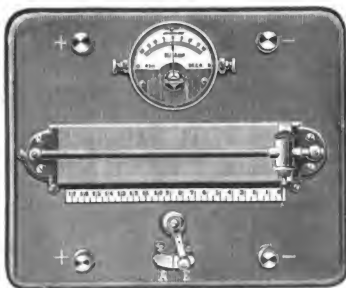


REINIGER, GEBBERT & SCHALL
ERLANGEN.

Abb. 101. Spannungsgregler.

bei 1,15 Ampère noch nicht eintreten. Die Apparate Abb. 101 und 102 dienen für Akkumulatorenbetrieb und gestatten sehr zahlreiche Abstufungen.

Anschlußwiderstände für Gleichstrom oder Wechselstrom bzw. Laboratoriumwiderstände in sehr handlicher Ausführung liefert



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 102. Reguliersapparat.

auch die Elektrizitätsgesellschaft Gebrüder Ruhstrat in Göttingen, welche sehr genaue Abstufungen für die verschiedenen Zwecke gestatten. Für Meßzwecke werden auch noch Präzisionswiderstände hergestellt, die auf einem zylindrischen Schieferklotz in spiralförmigen

Nuten aufgewunden sind. Die letzteren dienen auch für die Konstruktion einer Wheatstoneschen Zylinderbrücke.

Der in Abb. 102 a dargestellte Anschlußapparat besteht im wesentlichen aus zwei hochkant angeordneten Schieferstücken, welche vermittle Schrauben an zwei Eisenbügeln, die unten in Füße auslaufen, befestigt und durch einen Handgriff miteinander verbunden sind. Eines der Schieferstücke ist mit dünnem Widerstandsdraht von ca. 1500 Ohm, das andere mit dickem Draht von ca. 100 bis 200 Ohm bewickelt. Dient der Apparat nur für Galvanisation und Elektrolyse, dann wird der dickdrähtige Rheostat mit ca. 20 Ohm Widerstand gewählt und ist hierdurch die Regulierung wesentlich

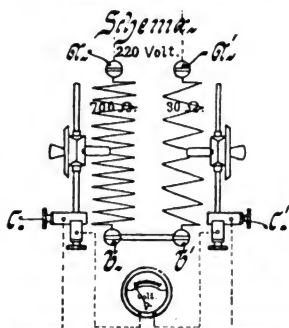
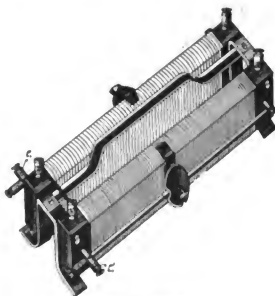


Abb. 102a. Schaltung des Anschlußwiderstandes.



Anschlußwiderstand.

genauer. Es befindet sich auf jedem Widerstand ein Schleifkontakt mit fünf Kontaktfedern, der, wie bei den bekannten Widerständen, auf einer Schieberstange beweglich ist. Dieser Schieber hat innen zungenartige Federn, welche stark gegen die Schieberstangen drücken. Durch die fünf Federn, welche in zehn Punkten gegen den Widerstand liegen, sowie durch die Federn im Führungsstück des Schiebers ist ein völlig sicherer Schleifkontakt geschaffen worden. Die Klemmen des Widerstandes sind nicht wie üblich auf hölzernem Brett (welches auch gegen die Sicherheitsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker verstößt), sondern direkt auf unverbrennbaren Widerstandsträgern montiert. Die Enden der Wicklung stehen je mit Anschlußklemmen aa' und bb' in Verbindung. Die Schieber

haben zur Abnahme des Stromes, sowie zum Anschluß eines Spannungsmessers je zwei Anschlußklemmen cc' . Die Klemmen bb' , mit welchen die Widerstände hintereinander geschaltet werden, tragen Schnittschrauben, während die anderen Klemmen mit Rändelschrauben versehen sind.

Wärmapparate.

Die Wärmapparate sind je nach ihrem Zweck sehr verschieden gebaut, so daß wir uns auf die Beschreibung einiger wenigen typischen



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 103. Wärmplatte.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 104. Kochtiegel.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 105. Wass erwärmer.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 106. Soxhletwärmer.

Konstruktionen beschränken müssen: Abb. 103 zeigt eine Kochplatte, auf welcher man beliebige Gefäße wärmen kann. Kochapparate,



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 107. Inhalationsapparat.



Abb. 108. Handwaschapparat.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 109. Bettwärmer.

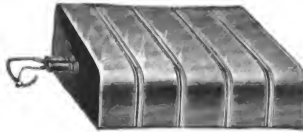


Abb. 110. Fußwärmer.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 111. Heizofen.

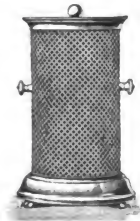
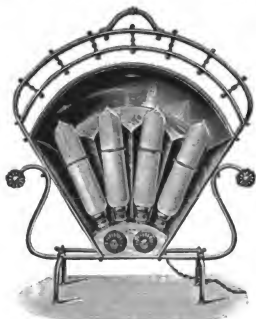


Abb. 112. Heizofen.

in welchen die Heizspiralen enthalten sind, geben die Abb. 104 bis 108 wieder. Abb. 104 ist ein Kochtiegel für 0,75 l mit 3 Kon-
Zacharias und Misch, Elektromedizinische Apparate.

takten für 3,5 Ampère. Ein Kochtiegel für 0,5 l und 110 Volt bei 3,5 Ampère ist in Abb. 105 wiedergegeben. Abb. 106 ist ein Soxhletwärmer nach Dr. Hanau mit 2 Kontakten bei 3 Ampère. Der Inhalationsapparat Abb. 107 hat 2 Kontakte und braucht 1 Ampère. — Der Bettwärmer Abb. 109 hat 24 cm Durchmesser und braucht die



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 113. Heizofen.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 114. Heizofen.

halbe Energiemenge einer 16 kerzigen Glühlampe. Der Fußwärmer Abb. 110 ist $35 \times 30 \times 10$ cm groß und braucht bei 110 Volt 0,25 Ampère.

Heizöfen in geschmackvollem Gehäuse mit Drahtwiderständen sind in Abb. 111 und 112 dargestellt, während die Konstruktionen 113 und 114 Glühlampen mit sehr langen geraden Fäden enthalten, welche das Zimmer also gleichzeitig erleuchten.

VII. Hilfseinrichtungen und Meßapparate.

Für die schnelle und richtige Handhabung der elektrischen Apparate in der Heilkunst ist vor allen Dingen übersichtliche Anordnung und leichte Zugänglichkeit aller Teile erforderlich. Um nach Bedarf die Wirkung der Elektrizität dem Heilbedürfnis anpassen zu können, oder magnetische Apparate in ihrer Wirkung zu

schwächen oder zu verstärken, bedarf man gewisser Schalt- oder Verbindungsstücke wie auch Umschalter, Stromwender, Polwechsler und dergleichen. Außerdem müssen auch, wenn irgend möglich, Meßapparate vorhanden sein, an denen man Stromstärke und Spannung leicht und sicher ablesen kann.

Bei Entnahme des elektrischen Stromes aus Leitungsnetzen, gehören hierzu auch noch ein Hausanschluß mit Hauptsicherung, Hauptschalter und ein Verbrauchsmesser, an welchem man Ampèrestunden oder Wattstunden des entnommenen Stromes ablesen kann.

Die Einrichtung dieser Apparate richtet sich nicht allein nach dem Zweck oder der Verwendung derselben, sondern auch nach dem System des Elektrizitätswerkes bzw. der Stromart, welche verwendet wird. Es müssen daher die Apparate für Gleichstrom und Wechselstrom bzw. Drehstrom verschieden gebaut sein.

Um bei Gleichstrom z. B. mit ein und demselben Apparat beliebig hohe Spannung oder Stromstärke messen zu können, verwendet man im allgemeinen ein Millivoltmeter, das man bei Stromstärkemessungen an passend abgegliche Nebenschlußwiderstände anlegt, während man beim Messen von Spannungen Vorschaltwiderstände aus Manganin gebraucht.

Für genaue Messungen sollte man grundsätzlich nur Präzisionsapparate nach dem System Déprez-d'Arsonval bzw. Weston verwenden, bei denen in einem sehr gleichmäßigen, magnetischen Felde zwischen eisernen Polschuhen und einem Eisenkern eine feine leichte Drahtspule sich bewegt, deren Zeiger die Ablenkung aus der Ruhelage auf einer Teilung abzulesen gestattet. Solche Meßapparate verändern sich bei guter Herstellung der hierzu gebrauchten Stahlmagnete selbst nach Jahren praktisch nicht merkbar.

Für Wechselströme ist eine andere Konstruktion in Gebrauch, bei welcher sich die bewegliche Drahtspule in dem Felde zweier fester seitlicher Drahtspulen dreht. An Stelle derselben sind auch Hitzdrahtinstrumente in Gebrauch, bei denen die Ausdehnung eines feinen Widerstandsdrahtes infolge Erwärmung durch den elektrischen Strom zur Ablenkung eines Zeigers benützt wird.

Die Meßapparate, welche man in der Heilkunde gebraucht, unterscheiden sich von den technischen Meßinstrumenten nicht wesentlich, man verlangt jedoch bei denselben sehr genaue, richtige Angaben und eine Skala, die für viele Fälle Milli-Volt und Milli-Ampère abzulesen gestattet. — Als Milli-Volt- und Ampèremeter nach Dr. Dubois für diagnostische Zwecke dient der Apparat

Abb. 115, an welchem die Elektrode befestigt werden kann. — Ein Horizontal-Galvanometer für Milli-Ampère nach Dr. Edelmann zeigt Abb. 116. Dasselbe hat einen Glockenmagneten mit Kupferdämpfer und zwei seitlichen Drahtspulen, Meßbereich 0—30 Milli-Ampère. —



Abb. 115. Milli-Volt- und Ampèremesser mit Elektrode.

Die Abb. 117 und 118 zeigen Milli-Volt- und Ampèremeter nach der Konstruktion von Déprez-d'Arsonval. — Ein einfaches elektromagnetisches Voltmeter ist in Abb. 119 dargestellt. — Für viele Zwecke, insbesondere zum Messen von Akkumulatorenzellen, dient das Präzisions-Taschenvoltmeter, Abb. 120, in Form einer Taschenuhr von 55 mm Durchmesser.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 116. Taschen-Galvanometer nach Edelmann.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 117. Milli-Ampèremeter.

Wheatstonesche Zylinderbrücke nach Ruhstrat: Der Widerstand befindet sich auf einem feststehenden Zylinder mit einer zweiten Skala zum direkten Ablesen der gemessenen Werte in Ohm. Bei den meisten bekannten Walzenbrücken ist der Kontakt an den

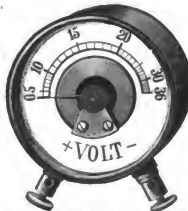
Enden des Brückendrahtes resp. Achsen so ungenügend, daß genaues sicheres Arbeiten damit ausgeschlossen ist. Diesen Fehler hat die Brücke Abb. 121 nicht. Die Walze steht bei dieser fest, die be-



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 118. Milli-Ampremeter.

weglichen Kontakte zwischen Meßdrahtenden und Vergleichswiderstand etc. sind vermieden, daher gestattet die Brücke genaues und exaktes Arbeiten.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 119. Spannungsmesser.

Bei der Ruhstratschen Brücke ist auf einer aus Schiefer oder Marmor bestehenden Grundplatte ein Zylinder von ca. 65 mm Höhe und 75 mm Durchmesser fest aufgesetzt, um welchen der 2500 mm



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 120. Taschen-Voltmeter.



Abb. 121. Meßbrücke nach Ruhstrahl.

lange Meßdraht in zehn Windungen herumgeführt ist. Auf dem Schieferzylinder steht eine Mittelsäule von Messing, auf welcher ein sorgfältig gearbeitetes Gewinde von zehn Windungen angebracht ist. Dieses Gewinde wird von einem beweglichen Hohlzylinder überdeckt, der durch einen Ansatz im Innern in die oben erwähnten

Schraubenwindungen eingreift. An diesem Hohlzylinder [Tubus] ist ein großer Zylinder von ca. 100 mm Durchmesser befestigt, welcher [aus nichtleitendem Material hergestellt] zwei Skalen und zwar eine mit 1000-Teilung und die andere mit Einteilung in Ohm zum direkten Ablesen der gemessenen Werte trägt. Durch den großen Zylinder wird auch der Meßdraht vor Staub etc. geschützt.

Ein federnder Arm geht vom beweglichen Zylinder nach unten, welcher den Meßdraht bei jeder beliebigen Stellung des Hohlzylinders berührt. Wird somit der Hohlzylinder zehnmal

gedreht, so durchläuft die Kontaktstelle des Armes, welche aus Platina besteht, den ganzen Meßdraht. Der Führungsstift im Gewinde läßt

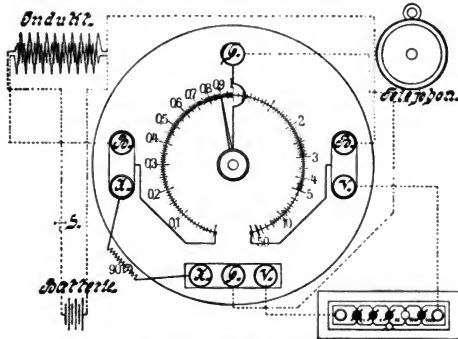


Abb. 121. Schaltung der Ruhstratschen Meßbrücke ohne Vergleichswiderstand.

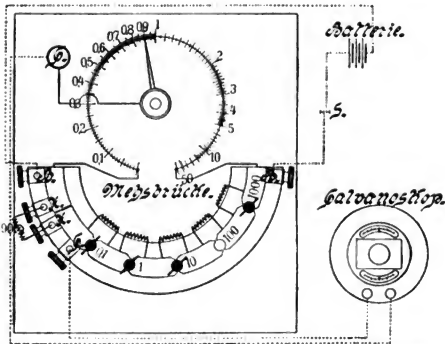


Abb. 121. Schaltung der Ruhstratschen Meßbrücke mit Vergleichswiderständen.

sich durch einen Druck auf den oberen Knopf ausschalten, wodurch auch gleichzeitig der Kontakt vom Meßdraht abgehoben wird. Man ist dann in der Lage, den Hohlzylinder [mit Kontaktfeder] direkt

in vertikaler Richtung zu verschieben. Nach Aufhören des Drückens auf den oberen Knopf stellt sich der Kontakt stets wieder auf den Meßdraht und niemals zwischen zwei Windungen desselben.

Die Grundplatte trägt ferner einen Stöpselschalter mit Anschlußklemmen, ähnlich wie bei anderen Brücken. Unter der Grundplatte sind die Vergleichswiderstände 0,1, 1, 10, 100 und 1000 Ohm aus Manganindraht auf Metallspulen angebracht.

Zum Schutz der Vergleichswiderstände ist die Schiefergrundplatte auf einem mit Ventilation versehenen Holzuntersatz befestigt.

Elektrische Verbrauchsmesser.

Unter den Apparaten, welche zum Messen verbrauchten elektrischen Stromes dienen, die also denselben Zweck wie die Gasmesser für die Gasbeleuchtung haben, sind insbesondere zwei Systeme in Gebrauch, und zwar entweder Pendelzähler nach dem System Aron, oder rotierende Zähler nach dem System Thomson, außer-



Abb. 122. Arons Ampèrestundenzähler.



Abb. 123. Arons Wattstundenzähler.

dem gebraucht man auch noch oszillierende Zähler oder solche mit absatzweiser Zählung. Während früher die Angaben des Zählers noch einer besonderen Rechnung bedurften, um den Verbrauch zu ermitteln, liest man jetzt den Stromverbrauch in Ampèrestunden oder Kilowattstunden direkt ab, und zwar an kleinen Zifferblättern mit Zeigern, ähnlich wie an den Gaszählern. Während die Pendelzähler früher noch eines Uhrwerks bedurften, welches durch Auf-

ziehen von Gewichten oder Federn in Gang gehalten wurde, sind dieselben jetzt mit einem selbsttätig sich aufziehenden Uhrwerk versehen worden, so daß keinerlei Wartung erforderlich ist. Das Ablesen erfolgt in Zeitabschnitten von 14 Tagen bis 4 Wochen.

Als Maß für die verbrauchte Energie benützt man bei den Pendelzählern, die Beschleunigung eines Pendels durch den elektrischen Strom, gegenüber einem solchen, das nicht unter dem Einfluß des Stromes steht. Bei den Thomsonzählern ist die Anzahl der Umdrehungen eines kleinen Elektromotors in der Zeiteinheit ein Maß des Stromverbrauchs. Die von demselben entwickelte Kraft wird dadurch verbraucht, daß in einer Aluminium- oder Kupferscheibe Ströme von Stahlmagneten induziert werden. —

Von den zahlreichen Konstruktionen wollen wir nur zwei ältere, vielfach in Gebrauch befindliche Zähler des Systems Aron abbilden. Abb. 122 zeigt den Ampèrestundenzähler mit Stahlmagnet am rechten Pendel, während in Abb. 123 der Wattstundenzähler am rechten Pendel mit einer Drahtrolle versehen ist, welche in einer festen Drahtspule schwingt. Der letzte Apparat ist daher für Gleichstrom und Wechselstrom verwendbar. — Eingehende Auskunft über Zählapparate geben die Werke von De Fodor, Johannes Zacharias und Königswerther.

VIII. Apparate zur Untersuchung.

1. Röntgenstrahlen.

Es gibt wohl kaum mehr ein Krankenhaus, welches eine Einrichtung zur Erzeugung von Röntgenstrahlen entbehrt. Ja selbst jeder bedeutende Arzt besitzt einen Apparat, wenn auch in kleinerer Form, und es kann kaum schwer fallen, sich dieses therapeutische Hilfsmittel anzuschaffen, da der Preis desselben heute auf ein Minimum festgesetzt ist.

Der Hauptapparat eines kompletten Instrumentariums ist der Induktor nach Ruhmkorff. Es ist wohl jedem ein solcher Apparat wenigstens dem Namen nach bekannt, und ganz besonders in der neueren Zeit, wo die Erzeugung hochgespannter Frequenzströme so viel von sich reden macht.

Wenn auch die äußere Form noch an den alten Ruhmkorffschen Induktor erinnert, so ist die innere Anordnung wesentlich anders,

wie dies aus der schematischen Darstellung, Abb. 124, zu erkennen ist (n. Ges. Sanitas, Berlin).

Um einen Eisenkern sind mehrere Windungen dicken, isolierten Kupferdrahts gewickelt. Der Eisenkern selbst besteht aus dünnen Dynamoblechen von ca. 0,5 mm Stärke, die gegeneinander durch Papierlagen oder Schellack geschützt sind. Man erreicht hierdurch gute magnetische Leitfähigkeit, insbesondere schaltet man durch diese Anordnung Wirbelströme aus, die einen Verlust an „Energie“ herbeiführen würden. Über die Kupferwindungen der Primärwicklung ist ein Rohr aus Hartgummi gezogen und auf diesem befindet sich die Sekundärwicklung. Während bei den alten Ausführungen

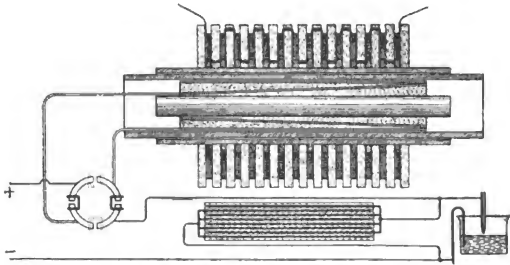


Abb. 124. Schema und Querschnitt eines Induktors.

diese Wicklung in Lagen übereinander angeordnet war, sind hier Abteilungen von 800—1200 Windungen nebeneinander angebracht. Der Vorteil liegt darin, daß die Spannungsdifferenzen zwischen zwei nebeneinander liegenden Abteilungen verhältnismäßig sehr gering sind und eine Isolierung um so besser hergestellt werden kann. Des weiteren aber läßt sich eine Reparatur dadurch um so leichter bewerkstelligen, als bei einem Defekt der Windungen durch Überlastung nur der beschädigte Teil und nicht die ganze Wicklung ausgetauscht zu werden braucht.

Die vollständige Sekundärwicklung wird mit einer Isoliermasse aus Harz und Leinöl vergossen und etwa in der Masse enthaltene Luftblasen in einem Vakuumofen ausgezogen. Des besseren Aussehens wegen wird die Wicklung mit einem Hartgummimantel bekleidet. Der Vorgang, der sich in einem Induktor abspielt, ist

folgender: Durch die Primärwicklung wird ein zerhackter Strom geleitet, der in der Sekundärwicklung einen Wechselstrom erzeugt von hoher Spannung bis 100000 Volt und mehr. Über das Nähere lese man unter Faradisation.

Der Unterbrecher.

Ein zweiter Apparat, der einen Hauptzweck, das Zerhacken des Stromes besorgt, ist der Unterbrecher. Da es sich bei den Röntgeninstrumentarien um bedeutende Stromstärken handelt, so genügen die einfachen Hammerunterbrecher, wie sie bei der Faradisation Verwendung finden, nicht immer. Man hat deshalb die verschiedenartigsten Konstruktionen gemacht, die im Prinzip hier kurz wiedergegeben werden sollen.

Der Quecksilberunterbrecher.

Hierbei wird ein Metallstift abwechselnd in einen mit Quecksilber gefüllten Napf getaucht und wieder herausgehoben, wodurch der Strom unterbrochen wird. Die Bewegung geschieht durch den Magnetismus des Induktorkernes oder auch durch einen Motor. Da aber die Bewegungsgeschwindigkeit einer hin und her gehenden Masse beschränkt ist, so wendet man mit Vorteil ein rotierendes Segment an, das bei der Rotation in das Quecksilber eintaucht.

Aber auch diese Unterbrechungstypen finden nur beschränkte Verwendung.

Der Quecksilberstrahlunterbrecher.

Während bei den oben erwähnten Unterbrechern das Quecksilber sich in Ruhe befindet, wird dasselbe bei dem Strahlunterbrecher gegen ein Segment gespritzt. Man hat es in der Hand, durch die richtige Dimensionierung des Strahles große Stromstärken zu verwenden. Ein von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, Berlin gebauter Quecksilberturbinenunterbrecher, Abb. 125, hebt das Quecksilber durch die Rotation einer hohlen Welle in derselben hoch, läßt es an einer seitlichen Öffnung austreten und gegen einen feststehenden, ausgesparten Metallring spritzen; trifft der Strahl auf ein Ringsegment, so wird der Strom geschlossen und sobald derselbe durch eine Aussparung geht, geöffnet. Hierbei steht das

Quecksilber mit dem einen Pole, der Segmentring mit dem anderen Pole einer Stromquelle in Verbindung.

Bei einem von der Firma Sanitas gebauten Strahlunterbrecher ist die Konstruktion folgendermaßen ausgeführt:

An dem gußeisernen Gehäuse A Abb. 126 ist seitwärts ein kleiner Elektromotor befestigt, dessen vertikal gelagerte Achse mittels Schnurlauf N die Bewegung nach K überträgt. Die im Hohlraum A befindliche Achse K trägt einen Ansatz, woran sich mehrere Metallsegmente FF befinden. Dieselben sind durch ein isolierendes

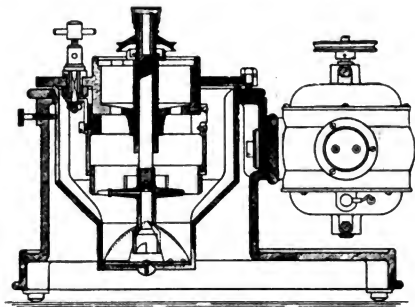


Abb. 125. Turbinenunterbrecher.

Zwischenstück E von dem unteren Teil C getrennt. Auf dem Boden von A befindet sich Quecksilber, welches durch die unten durchlochte Kammer C treten kann und bei der Rotation mittels einer kleinen Pumpe nach D befördert wird. Oberhalb D befindet sich die halbkreisförmige Ausstrahlvorrichtung, welche mit einer Anzahl Löchern versehen ist, an denen die rotierenden Segmente F bei Betrieb vorbeipassieren, während das Quecksilber aus diesen Löchern herauspritzt. Die Lochzahl kann durch ein Verschlußstück G, welches von der Stellschraube H aus bewegt wird, beliebig verändert werden. Sind sämtliche Löcher geöffnet, so tritt ein breites Strahlenband nach F hinüber, wodurch die längste Stromschlußdauer erreicht wird; bei einer einzigen Lochöffnung ist die Stromschlußdauer am geringsten und kann auch durch Verdecken des letzten Loches der Strom ganz ausgeschaltet werden. Das Öffnen und

Schließen der Ausspritzlöcher geschieht mittels der Schraube H und kann an einem Zeiger bei O beobachtet werden. Abb. 126.

Der Nachteil der Quecksilberunterbrecher liegt in der Verschlammung des Quecksilbers durch den auftretenden Funken bei der Öffnung des Stromes. Zum Teil wird dies allerdings dadurch beseitigt, daß man über das Quecksilber eine Schicht Petroleum oder Alkohol gibt. Ein weiterer Nachteil ist die Beschränkung der

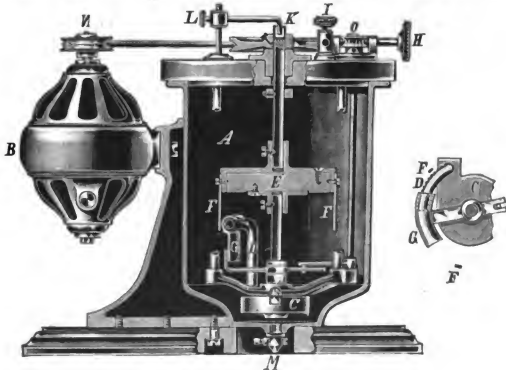


Abb. 126. Quecksilberstrahlunterbrecher.

Unterbrechungszahl, was dem Umstande zuzuschreiben ist, daß die Trägheit des Quecksilbers bei mehr als 100 Unterbrechungen zu groß ist und also die einzelnen Impulse nicht mehr exakt genug aufeinander folgen können. Außerdem aber will man auch einen langen Stromschluß haben. Der Vorteil der Strahlunterbrecher ist der, daß beim Stillstande des Motors der Strom ausgeschaltet ist, also kein Strom verbraucht wird.

Die Flüssigkeitsunterbrecher: Der Wehneltunterbrecher.

Tauchen in ein Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure zwei Elektroden aus Metall und sind dieselben mit einer Stromquelle verbunden, so findet an der Anode, dem positiven Pole, eine Wasserstoffentwicklung statt. Wählt man die Kathoden, den negativen

Pol, gegenüber der Anode sehr groß, und läßt einen Strom von verhältnismäßig hoher Spannung ca. 70—80 Volt durch die Flüssigkeit gehen, so wird die Ausscheidung von Wasserstoff an der Anode unter einer eigentümlichen gelbroten Lichterscheinung vor sich gehen. Die auftretenden Gase werden von der Anode abgestoßen und es entsteht eine isolierende Schicht zwischen Säure und Elektrode. Der Strom ist unterbrochen. Im nächsten Augenblicke aber flutet die Säure wieder zurück und eine neue Gasentwicklung kann stattfinden, der Strom ist wieder geschlossen. Wehnelt fand nun, daß eine Selbstinduktionsspule, die in den Stromkreis eingeschaltet ist, den Vorgang wesentlich beschleunigt. Erklären könnte man



Abb. 127. Wehneltunterbrecher.

dies dadurch, daß die beim Öffnen des Stromes an der Spule auftretende hohe Spannung die Gasteilchen zerstäubt und der Säure also gestattet schneller zurückzusinken. Die Frequenz dieses Unterbrechers ist außerordentlich hoch, bis zu 3000 Stößen in der Sekunde. Ein bei dem Arbeiten des Apparates auftretendes Geräusch ermöglicht es, aus der akustischen Höhe die Anzahl der Unterbrechungen zu bestimmen.

Bei der Anwendung in der Röntgentechnik ist die Selbstinduktionsspule schon durch die Primärwicklung des Induktors von selbst gegeben, ja es tritt dabei ein Vorteil auf, in dem die sonst lästige Selbstinduktion nutzbringend Verwendung findet und eine Kapazität, die bei anderen Unterbrechern zugeschaltet werden muß, fortfallen kann.

Bei der praktischen Ausführung verwendet man für die Kathode eine größere Bleiplatte und für die Anode einen in einem isolierenden Rohre befindlichen Platinstift. Abb. 127. Wie man aus der Abbildung erkennt, lassen sich mehrere Platinstifte verwenden, die dann eine entsprechende Menge Strom mehr abgeben können.

Die Handhabung des Wehneltunterbrechers ist äußerst einfach. Es ist hauptsächlich darauf zu achten, daß die Pole der Stromquelle in der richtigen Weise angeschlossen werden und zwar der positive Pol mit der Platinspitze, der negative dagegen mit der Bleiplatte. Die umgekehrten Anschlüsse würden sich sehr bald bemerkbar machen. Erstens wird die Lichterscheinung im Säuregefäß nicht rötlich-gelb, sondern bläulich sein, des weiteren aber würde der Platinstift sehr bald abgebrannt, und ein Stromschluß dann nicht mehr zu erreichen sein. Der letztere Fall darf natürlich niemals eintreten, da Platin ein zu kostbares Material ist. Die einfachste



Abb. 128. Polsucher.

Art, den richtigen Pol herauszufinden, ist die Polbestimmung mittels Polreagenzpapier. Dasselbe wird angefeuchtet und die beiden Drähte der Stromquelle aufgelegt, ohne sich jedoch zu berühren. Als bald färbt sich der negative Pol rosa.

Ein einfacher Apparat, den man sich leicht selbst herstellen kann, läßt eine Bestimmung der Pole leicht zu. Derselbe beruht auf demselben Prinzip wie das Reagenzpapier. In eine mit Phenolphthalein angefüllten Glasröhre ragen zwei Platinstifte herein, ohne sich zu berühren, Abb. 128. Die Röhre ist an beiden Seiten verschlossen. Beim Stromdurchgang färbt sich der negative Pol ebenfalls rosa. Die Färbung verliert sich beim Schütteln sehr schnell und der Apparat ist wieder gebrauchsfertig.

Während bei dem Wehneltunterbrecher die Unterbrechungen an dem einen Pole stattfinden, geschehen dieselben bei einer anderen Type, dem Flüssigkeitsunterbrecher nach Simon, in der Säure selbst. In ein Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure taucht man eine Bleiplatte und ein verhältnismäßig weites Porzellanrohr, in welchem der Platinstift sich befindet. Seitlich oder unten ist das Rohr mit einer

Öffnung versehen und an dieser Stelle tritt der Unterbrechungsfunke auf. Der Vorteil dieser Unterbrechertype ist seine Anwendung bei einer Spannung von 200—250 Volt, eine Spannung die häufig vorkommt. Bei solchen hohen Spannungen darf der Wehneltunterbrecher nicht mehr verwendet werden. Die Nachteile aber sind die, daß der Simonunterbrecher erst bei 130 Volt exakt arbeitet, die Zahl der Unterbrechungen nicht so hoch ist, und bei geringen Unterbrechungen derselbe unexakt arbeitet.

Wechselstromunterbrecher.

Die bisher beschriebenen Apparate waren für den Betrieb mit Gleichstrom. Soll an einem Platze, wo nur eine Wechsel- oder Drehstromzentrale vorhanden ist, das Instrumentarium mit diesem Strome betrieben werden, (es sei denn, daß man den zur Verfügung stehenden Strom in einem Umformer in Gleichstrom verwandelt), so muß die Konstruktion der Unterbrecher anders gewählt werden. Zwar ließe sich der Wechselstrom direkt auf den Induktor anwenden. Der Charakter des Sekundärstromes würde dabei aber ebenfalls ein Wechselstrom von der gleichen Beschaffenheit sein, der jedoch für den Betrieb von Röntgenlampen wenig geeignet sein wird, da nicht eine intensive Unterbrechung, sondern ein langsam verschwindender Strom entsteht. Es ist also notwendig, den Wechselstrom zu unterbrechen und zwar in seiner größten Stromintensität. Dabei muß die eine Phase, eventuell die negative unterdrückt werden. Die geläufigsten Periodenzahlen der Wechselstrommaschinen betragen aus gewissen Gründen, (die hier nicht näher erläutert werden können), ungefähr 25—60, d. h. der Strom macht in der Sekunde sovielmals eine vollständige Wandlung von einem Nullwert zu einem positiven Maximum, auf den Nullwert zurück und über ein negatives Maximum wieder zum Nullwert (siehe sinusoidale Faradisation). Es bedingt hieraus, daß der Wechselstromunterbrecher genau dieselbe Anzahl Unterbrechungen hervorbringt, d. h. mit dem Strome Takt halten muß. Die besten Unterbrecher für Wechselstrom sind der Strahlunterbrecher und der Wehneltunterbrecher mit prinzipiellen Abänderungen.

Bei dem Strahlunterbrecher wird ein Wechselstrommotor verwendet, der mit dem stromliefernden Generator synchron läuft. Außerdem ist das Metallsegment, gegen welches das Quecksilber spritzt, so angeordnet, daß der Quecksilberstrahl dann das Segment

verläßt, wenn die Stromstärke der positiven Phase ihren größten Wert erreicht hat, während bei der zweiten Hälfte dieser Phase und der negativen das Quecksilber durch die Aussparungen geht. Abb. 129 zeigt einen Wechselstromunterbrecher der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, der nach dem Prinzip der Turbinenunterbrecher gebaut ist. Der Motor befindet sich hier über dem Quecksilberbehälter. Zum Ingangsetzen des Motors dient ein Handrad, da derselbe erst dann weiterläuft, wenn er seine genügende Tourenzahl erhalten. Um zu erkennen, daß der Unterbrecher arbeitet, ist eine Lampe zugeschaltet, die bei richtigem Betriebe verlöscht.

Der Wehneltunterbrecher für Gleichstrom würde mit Wechselstrom betrieben sehr unrationell arbeiten. Denn erstens ist der Verbrauch an Platin sehr groß, da die negative Phase auch unterbrochen würde, der Strom also in der oben beschriebenen falschen Weise durchginge, des weiteren würde aber auch, und zwar aus dem zuletzt angeführten Grunde, die Röntgenröhre stark flackern. Bedeutend günstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn man statt der Bleiplatte eine solche aus Aluminium verwendet. Diese Anordnung verhindert nämlich, daß die negative Phase den Unterbrecher passiert. Am vorteilhaftesten ist es, statt eines Unterbrechers, deren zwei zu verwenden und die Verbindungen mit der Primärspule so zu wählen, daß einmal der positive Pol des Unterbrechers, das andere Mal der negative des zweiten mit ein und demselben Ende der Wicklung verbunden ist. Bei dieser Wahl der Anordnung werden beide Phasen ausgenutzt.



Abb. 129. Strahlunterbrecher.

Die Röntgenlampe.

Gleicht sich die von einem Induktor erzeugte Elektrizität nicht in Luft, sondern in einer luftverdünnten Röhre aus, so entstehen nicht glänzende Funken, sondern ein Lichtstreifen von rötlicher Farbe,

der je nach der Höhe des Vakuums bestrebt ist, die ganze Röhre auszufüllen.

Bei Erhöhung der Luftverdünnung verändert sich die Gestaltung des rötlichen Lichtes in der Weise, daß sich an der Kathode ein bläuliches Licht bildet (Glimmlicht), während die Anode eine deutliche Schichtung des rötlichen Lichtes nach dem bläulichen Lichte der Kathode zeigt. Dabei tritt ferner eine merkwürdige Eigentümlichkeit auf. Das Glimmlicht setzt nicht direkt an dem Spiegel der Kathode an, sondern ist von demselben durch einen dunklen Raum getrennt. Bei fortschreitender Luftverdünnung zieht sich das positive Licht der Anode immer mehr zurück, bis es zuletzt ganz verschwindet. In diesem Augenblicke läßt sich deutlich erkennen, daß ein feines bläuliches Licht von der Kathode ausgeht und senkrecht zur Fläche des Spiegels steht, sich also in einem Punkte vereinigt, um weiter über diesen Punkt hin sich wieder zu verbreiten. Wir haben es hier mit sogenannten Kathodenstrahlen zu tun, die von Hittorf (1869), Crookes (1879) und Lenard (1896) u. a. m. eingehend studiert und untersucht wurden.

Um den letzten Rest des Glimmlichtes zu entfernen, ist etwa 1 Millionstel Druck der Erdatmosphäre notwendig, bei fortgesetzter Erwärmung der Röhre, um die letzten noch anhaftenden Luftteilchen der Glaswände sowohl, wie die an und in den Poren der Elektroden befindlichen Luftbläschen loszulösen. Während jetzt alles Licht in der Röhre selbst verschwunden ist, erregen die auf die Glaswand auftreffenden Strahlen ein starkes grünes oder bläuliches Fluoreszenzlicht je nach der Sorte des verwendeten Glases, während alle übrigen Wände mehr oder weniger stark mit fluoreszieren.

Der Teil der Strahlen, der für die Röntgentechnik in Frage kommt, ist die stark leuchtende Stelle, wo die Kathodenstrahlen auf die Glaswand auftreffen (Röntgenstrahlen).

Die Röntgenstrahlen haben die Eigentümlichkeit von einem Magneten nicht abgelenkt zu werden, im Gegensatz zu den Kathodenstrahlen. Die Beschreibung der Eigenschaften der Röntgenstrahlen erübrigt wohl, da dieselben schon oft und eingehend in Fach- und Tageszeitungen behandelt wurden.

Die eigentlichen Röntgenstrahlen sind dem menschlichen Auge nicht sichtbar, des ferneren scheinen sie auch nicht den physikalischen Gesetzen des Lichtes zu unterliegen. Die Strahlen würden keine Bedeutung haben, wenn es nicht gelungen wäre, die Eigenschaften derselben den menschlichen Sinnen zu übermitteln. Die

Fähigkeiten, chemische Zersetzungen, Fluoreszenz, Veränderung der elektrischen Leitungsfähigkeit von Gasen hervorzurufen, ermöglicht es, die Wirkungen der Strahlen indirekt dem Auge erkennbar zu machen.

Bringt man zwischen eine Röntgenröhre und einen mit Barium-Platincyannür bestrichenen Schirm einen Gegenstand von verschiedener Dichte, so leuchtet der Schirm an denjenigen Stellen, auf die der Gegenstand projiziert wurde, je nach der Dichte mehr oder weniger in grünlicher Farbe auf, während die unbedeckten Stellen besonders hell fluoreszieren. Bringt man statt des Schirmes eine

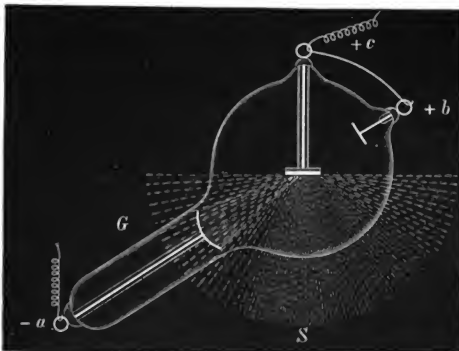


Abb. 130. Schema einer Röntgenröhre.

photographische Platte in die Anordnung, so wird sich bei der Entwicklung zeigen, daß die Stellen, wo der Gegenstand war, weniger belichtet wurden.

Eingehende Versuche über die Emmissionsfähigkeit verschiedener Körper haben ergeben, daß Platin bedeutend vor dem Glase steht. Man läßt infolgedessen die Strahlen nicht direkt auf die Glaswand treffen, sondern reflektiert sie in einem Platinspiegel (Antikathode) an der Stelle, wo sich die Strahlen kreuzen, Abb. 130. Von hier aus erst werden dieselben gleichmäßig nach allen von der getroffenen Platinfläche ausgehenden Richtungen ausgesendet. Versuche mit anderen Metallen oder Substanzen haben noch keinen

Abschluß gefunden und sollen hier auch nicht weiter behandelt werden.

Die heute allgemein eingeführte und gebräuchliche Form der Lampen ist die Kugel und zwar, um ein großes Volumen zu erhalten. Wie schon oben erwähnt, ist die Höhe der Luftverdünnung von der größten Wichtigkeit. Ist der Luftgehalt noch zu hoch, so werden die Bilder unscharf, während bei einem übermäßigen Vakuum dieselben matt werden. Außerdem tritt alsdann ein heftiges Flackern der Röhre auf.

Ist es dem Glasbläser gelungen eine Röhre herzustellen, die einen gewissen Grad der Brauchbarkeit hat, so kommt leider dazu, daß sich die Röhre während des Betriebes nicht hält, sondern stetig verändert. Die Röhre wird zwar in erwärmtem Zustand evakuiert, damit sich die an der Glaswand anhaftenden Luftteilchen lösen. Kühlt sich die Röhre aber nach dem Abnehmen von der Pumpe wieder ab, so wird ein Teil der losgelösten Luft wieder niedergeschlagen, das Vakuum wird also vergrößert und für den Stromdurchgang ungeeignet (harte Röhre). Beim Betriebe erwärmt sich nun die Röhre wieder, die Luftteilchen lösen sich mehr und mehr ab, das Vakuum der Röhre wird verringert und die Röhre selbst zeigt blaues Glimmlicht (weiche Röhre).

Dazu kommt noch, daß sich das Platin in erwärmtem Zustande an der Absorption beteiligt. Nach einiger Zeit tritt der Fall ein, daß die Röhre durch kein Mittel mehr, selbst nicht vorübergehend in einen brauchbaren Zustand versetzt werden kann; sie muß alsdann geöffnet und neu evakuiert werden. Eines der wirklich brauchbaren Mittel zur Beurteilung der Güte einer Röhre ist, eine Funkenstrecke parallel zu derselben zu schalten. Eine solche Funkenstrecke ist auch noch gleichsam ein Sicherheitsventil. Je härter eine Röhre, um so mehr Widerstand setzt sie dem Strome entgegen. Stellt man die Funkenstrecke, die wohl an jedem Induktor vorhanden ist, so ein, daß der Strom sich gerade nicht mehr in der Funkenstrecke ausgleicht, so wird in dem Falle, daß die Röhre zu weich würde, dieselbe ausgeschaltet und somit eine unnütze und schädliche Beanspruchung vermieden.

Im folgenden sollen einige Röhrentypen behandelt werden, die fast alle die geschilderten Unbequemlichkeiten vermeiden, ferner aber auch die Dauer bei einer Behandlung durch die Ableitung der schädlich auftretenden Wärme vergrößern.

Die von der Polyphos-Gesellschaft in den Handel gebrachte

Röhre ist von dem Gesichtspunkte aus konstruiert, dem Faktor des Erhöhen des Vakuums einen wenn möglich gleichen Faktor der Erniedrigung des Vakuums entgegenzusetzen: daß also eine Erhöhung des Vakuums auf künstliche Weise nicht zu erreichen notwendig ist, weil die Röhre durch den Gebrauch ganz von selbst hart wird.

Zwei Glaskugeln, Abb. 131, sind durch einen Stutzen miteinander verbunden. Die Anode befindet sich in der einen, Kathode und Antikathode in der andern Kugel. Da die Firma auf eine nähere

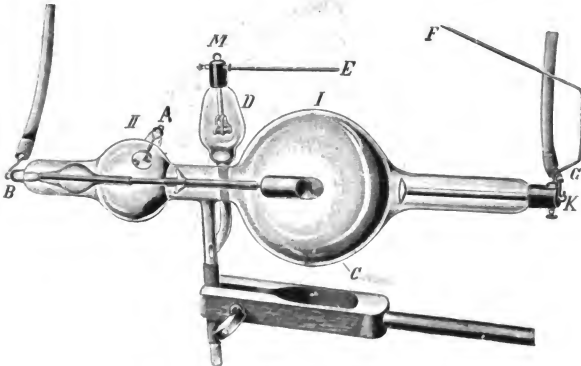


Abb. 131. Regulierbare Röntgenröhre der Gesellschaft Polyphos.

Erklärung der Wirkungsweise nicht eingeht, sondern nur angibt, daß sich die Röhre durch den Stromdurchgang selbst reguliere und einer besonderen Erwärmung nicht bedürfe, so ist zu vermuten, daß die eine der Kugeln bei dem Abspumpen nicht erwärmt wurde und dadurch beim Stromdurchgang Luftteilchen aus dieser Kugel herausgerissen werden und sich im ganzen Raume verteilen.

C. H. F. Müller in Hamburg begegnet dem Übelstande, daß die Röhre beim Gebrauch härter wird, dadurch, daß in der Haupt-röhre R (Abb. 132) vermittle eines kurzen Verbindungsrohres A eine Nebenröhre B angeschmolzen ist, deren Luftraum mit dem von R in direkter Verbindung steht, und in welcher sich eine Kathode C

aus einem Stoffe befindet, der, sobald der Strom in der bezeichneten Richtung durch B hindurchgeleitet wird, sofort ein bestimmtes Quantum Gas abgibt und dadurch eben den Härtegrad der Röhre herabsetzt. Das Hindurchleiten des Stromes durch die Nebenröhre geschieht dadurch, daß man die Messingstange E, welche mit der Kathode C verbunden, und daran in einem Scharniere beweglich ist, der Kathode K der Hauptröhre bis auf einen bestimmten Luftabstand nähert — und zwar muß dieser, wenn die Röhre zu Becken-

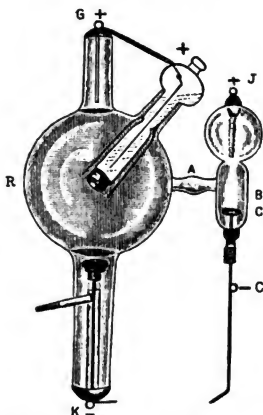


Abb. 132. Regulierbare Röntgenröhre mit Wasserkühlung.

aufnahmen dienen soll, etwa 11—12 cm, wenn sie dagegen zu Handaufnahmen verwandt werden soll, etwa 5—6 cm betragen, gemessen von der Spitze des Kathodendrahtes bis zur Spitze der Messingstange.

Ob die Regulierung vor sich geht, erkennt man daraus, daß dann die Elektrizität als Funkenstrom zwischen K und E überspringt.

Ist jedoch die Röhre durch eine sehr ausgedehnte Benutzung oder auch durch längeres Lagern sehr hart geworden, so kann man die Herabsetzung des Härtegrades derselben mit Hilfe der neuen

Vorrichtung noch dadurch beschleunigen, daß man die beiden Induktor-Leitungen verlegt und zwar derart, daß der positive Pol von $+G$ nach $+J$ gelegt wird, während der negative Pol bei $-K$ ausgehängt und direkt mit der Öse unten an der Kathode $-C$ der Nebenröhre verbunden wird, worauf man den Induktor langsam in Tätigkeit setzt bis die Platinspirale der Nebenröhre beinahe weißrot geworden ist. Dabei ist es indessen ratsam, zunächst mit mäßiger Stromstärke anzufangen, da man sonst Gefahr läuft, die Röhre gleich zu weich zu machen; dieser Vorgang dauert ca. 10—20 Sekunden, nach Beendigung der Regulierung hängt man dann den negativen Draht natürlich wieder an die Kathode K der Hauptröhre, den positiven Draht wieder nach $+G$. Wird dann weiter der Hebel E wie oben angegeben, eingestellt, so funktioniert die Regulier Vorrichtung auch während des Betriebes der Röhre, d. h. es springen, sobald die letztere dabei die Neigung zum Härterwerden zeigt, sofort einige Funken zwischen K und E über, und der Härtegrad der Röhre wird auf diese Weise automatisch wieder auf die richtige Größe gebracht.

Neben dieser ersten Vorrichtung zum Weichermachen, besitzt die hier beschriebene Röhre auch noch eine zweite zum Härten derselben, eine Vorrichtung, die nicht bloß dann von Nutzen ist, wenn die Röhre durch eine mißbräuchliche Anwendung der soeben beschriebenen Vorrichtung zum Weichermachen, zu weich geworden sein sollte, sondern die auch bei vollständig normaler Behandlung der Röhre z. B. dann zur Anwendung kommt, wenn man damit soeben eine Handaufnahme gemacht hat, und nun dieselbe gleich darauf zu einer Beckenaufnahme benutzen will. Zu diesem Zweck verbindet man den positiven Leitungsdraht des Induktors nicht wie gewöhnlich mit der Hilfsanode G der Hauptröhre, sondern mit der spiralförmigen Elektrode J der Nebenröhre, wobei noch darauf zu achten ist, daß der Messinghebel E nicht mit der Kathode K in Berührung steht. Schaltet man dann den Strom wieder in derselben Richtung wie früher ein, so wird das Metall, aus welchem die Elektrode J besteht, in sehr starkem Grade gegen die Glaswandung der Nebenröhre B zerstäubt und bindet nun in dieser veränderten Lage sofort einen Teil des Gasinhaltes der beiden Röhren. Die Zeitdauer, welche diese Bindung beansprucht, richtet sich gänzlich nach dem Grade der Weichheit der Röhre; ist dieselbe sehr weich und soll besonders hart werden, so kann dies eventuell bis zu 5 Minuten dauern. Sodann wird der Leitungs-

draht wieder von J nach G hinübergelegt und die Röhre ist zur Beckenaufnahme fertig.

Selbstverständlich ist dabei, daß, wenn die einmalige Umlegung des positiven Leitungsdrahtes nach J hin noch nicht den genügenden Erfolg hatte, diese Manipulation zu wiederholen ist, und daß andererseits, wenn die Röhre durch eine zu lange Benutzung der Elektrode J zu hart geworden ist, dieselbe durch Anwendung der zuerst beschriebenen Reguliervorrichtung sofort wieder weicher gemacht werden kann.

Bei einem Betriebe mit Wehnelt- oder Turbinenunterbrecher werden der Röntgenröhre ganz gewaltige Elektrizitätsmengen zugeführt. Es ist deshalb notwendig, die Röhren so zu konstruieren, daß sie im stande sind den Angriffen der hohen Frequenzströme eine gewisse Widerstandsfähigkeit entgegenzusetzen. Aus dieser Über-



Abb. 133. Röntgenlampe von Ernecke

legung heraus bildet Ferd. Ernecke, Berlin u. a. m. die Antikathode sehr massiv aus, Abb. 133. Hierbei wird das Platinblech mit einem Kupferblock hinterlegt, der auch rückwärts in eine geschlitzte Röhre ausläuft. Die Anordnung erreicht eine gute Wärmeableitung. Eine zweite Vorrichtung die zur Regenerierung der Röhre dient, beruht auf der Eigenschaft gewisser Platinlegierungen in glühendem Zustande Wasserstoff diffundieren zu lassen. An dem Kathodenhals der Röhre ist ein Palladiumröhrchen eingeschmolzen, dessen Ende im Falle der Notwendigkeit der Regenerierung in eine Spiritusflamme gehalten und bis zur Rotglut erhitzt wird. Der in der Flamme vorhandene Wasserstoff dringt in die Röhre ein und vermindert das Vakuum. Es ist darauf zu achten, daß das Palladiumröhrchen ganz in die Flamme ragt, die Flamme nicht zu groß ist und daß ferner die Röhre wieder erkaltet ist, bevor sie in Gebrauch genommen wird.

Um sowohl das Vakuum der Röhre erhöhen, als erniedrigen zu können, bringt W. A. Hirschmann, Berlin eine Röhre auf den

Markt, die zwei getrennte Vorrichtungen besitzt. Der Kathodenhals trägt an einem seitlich eingeschmolzenen Glasröhrchen ein Lüftungsventil. Beim Drehen eines Knopfes dringt durch dieses Ventil eine winzige Menge Luft in die Röhre; die Röhre wird weich. Eine zweite Vorrichtung, die dazu dient, die Luft aus der Röhre wieder zu entfernen, ist nach Ansicht des Verfassers auf der Eigenschaft des erhitzten Phosphors, der gierig Sauerstoff aufsaugt, aufgebaut. Eine seitliche Kugel ist mit dem positiven Pol des

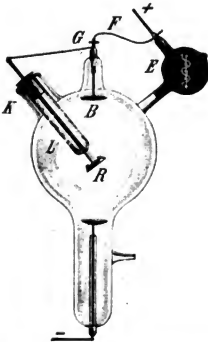


Abb. 134. Röntgenlampe von Hirschmann.



Abb. 135. Röntgenröhre nach Wehnelt.

Induktors und mit Anode und Antikathode leitend verbunden, Abb. 134. Hebt man die Verbindung F auf, so geht der Strom durch die kleine dunkle Kugel, erhitzt die in derselben befindliche Masse, wodurch die Röhre hart wird.

Zum Schlusse dieses Kapitels sei noch kurz die Röhre von Wehnelt erwähnt, die der Firma Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen patentiert ist. Wehnelt fand bei seinen Versuchen, daß das Strahlenbündel stark von der Röhrenwandung beeinflusst werde und um so mehr zusammengeschnürt wird, je mehr sich die Röhrenwand der Kathode nähert.

In Abb. 135 ist eine solche Röhre dargestellt. Über die Kathode ist ein zylindrisches Rohr geschoben, das sich durch leichtes Klopfen und Schütteln auf derselben verschieben läßt. Zwei Wulste an dem Kathodenstiel grenzen diese Verschiebbarkeit genau ein. Im ersten Falle nehme man an, das Rohr sei ganz nach hinten (rechts) geschoben, so sind die Kathodenstrahlen gar nicht beengt.

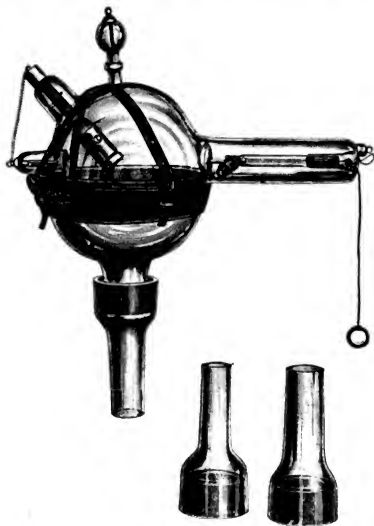


Abb. 135 a. Bleiglasschutzkappe.

Die Geschwindigkeit derselben also gering und demnach auch die Durchdringlichkeit; die Röhre ist weich. Die zweite Anordnung wäre entgegengesetzt; die Glasröhre ganz nach links vorgeschoben, der Kathodenspiegel also beschattet. Hieraus resultiert eine große Geschwindigkeit des Strahlenbündels und eine starke Durchdringlichkeit; die Röhre ist hart. Bei einiger Übung läßt sich leicht die richtige Stellung für eine jeweilige Bestrahlung bestimmen. Da

diese Röhre aber auch durch die Länge des Gebrauchs härter wird, so ist, wie schon oben beschrieben, eine Diffusionsregulierung aus Palladium angebracht, die in Gebrauch genommen wird, wenn bei beschatteter Kathode die Röhre zu hart ist.

Der Röntgenspezialist ist leider stundenlang den zersetzenden Strahlen ausgesetzt und hieraus resultieren oft die schwersten körperlichen Schädigungen. Naturgemäß sucht man die Röntgenstrahlen abzdämpfen und zwar derart, daß nur der zu bestrahlende Körperteil Strahlen empfängt. Einmal erreicht man dies dadurch, daß die Röntgenröhre aus Bleiglas gefertigt und nur ein Diaphragma, gegenüber der Antikathode aus gewöhnlichem Glase ist. Die Strahlen treten kegelförmig aus der Röhre aus und zwar grade der am meisten wirksame Teil der Strahlen.

Um auch bei dem vorhandenen Röhrenmaterial für den Arzt einen genügenden Schutz zu gewähren, bringt Max Kohl, Chemnitz eine Schutzhaube auf den Markt, Abb. 135 a. Eine Halbkugelschale aus Bleiglas läßt sich auf die Röntgenröhre setzen. Die Schale besitzt einen konischen Ansatz mit Öffnung zum Austritt der Strahlen und lassen sich Ansätze mit verschiedenen großen Öffnungen aufsetzen.

Schutzanzüge aus Bleiblech oder schuppenpanzerartigen Bleituchen sind ihres großen Gewichts sowohl, wie ihrer großen Empfindlichkeit wegen gegen mechanische Einwirkungen weniger zu empfehlen. werden jedoch auch verwendet.

Die kompletten Instrumentarien.

Zu den bisher beschriebenen Apparaten gehören noch eine Reihe von Hilfs- und Nebenapparaten deren Zusammenwirken an Hand von Schaltungsskizzen erläutert werden soll. Die Konstruktionen derselben sind in den vorhergegangenen Kapiteln genügend erklärt worden.

Als Stromquelle dient bei kleineren Instrumentarien eine Akkumulatorenbatterie, selten eine Elementbatterie, bei größeren aber empfiehlt es sich den Strom aus einer bestehenden Zentrale zu entnehmen. Abb. 136 bringt eine Schaltungsskizze mit einer Akkumulatorenbatterie in übersichtlicher Anordnung. Die Stromquelle besteht aus 2 Akkumulatorenbatterien von je 8 Volt, die hintereinandergeschaltet sind. Zur Messung der jeweiligen Spannung

dient der Spannungsmesser. Die positive Klemme der Batterie führt zu einem Strommesser A über eine Sicherung S. Von hier aus durchfließt der Strom einen Widerstand W_1 , der den Strom auf den gewünschten Wert bringen soll, einen Ausschalter a_1 , die eine Klemme eines Stromwenders s und gelangt zur primären Wicklung des Induktors. Die negative Polklemme steht direkt zur zweiten Klemme des Stromwenders s , durch den Unterbrecher zum anderen Ende der Induktorwicklung in Verbindung.

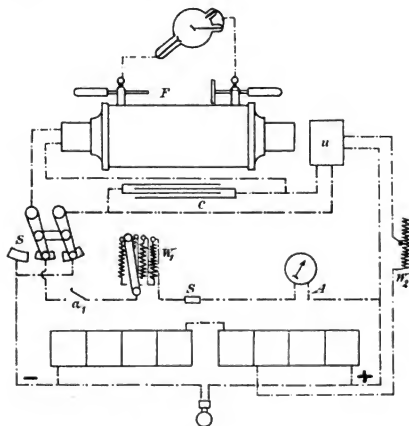


Abb. 136. Schaltung für Röntgeninstrumentarium.

Parallel zu dem Unterbrecher ist ein Kondensator c geschaltet, der dazu dient, die Spannung bei den Unterbrechungen sowohl, wie die Intensität des Stromes zu erhöhen. Der Motor des Unterbrechers wird durch einen Teilstrom oder auch durch eine zweite Batterie angetrieben. Durch den Regulierwiderstand W_2 ist die Tourenzahl des Unterbrechers in größeren Grenzen zu verändern.

Die Sekundärwicklung des Induktors ist zur Röhre geführt; parallel dazu ist noch eine Funkenstrecke F geschaltet, über deren Zweck im vorhergehenden schon berichtet wurde.

Der Stromwender dient dazu, den Strom sofort umkehren zu können, ohne die Verbindungen des Instrumentariums zu lösen, sobald der Stromdurchgang durch die Röhre falsch ist.

Eine Anordnung der Apparate in der beschriebenen Weise zeigt Abb. 137. Dieselbe ist von Ferd. Ernecké, Berlin gebaut.

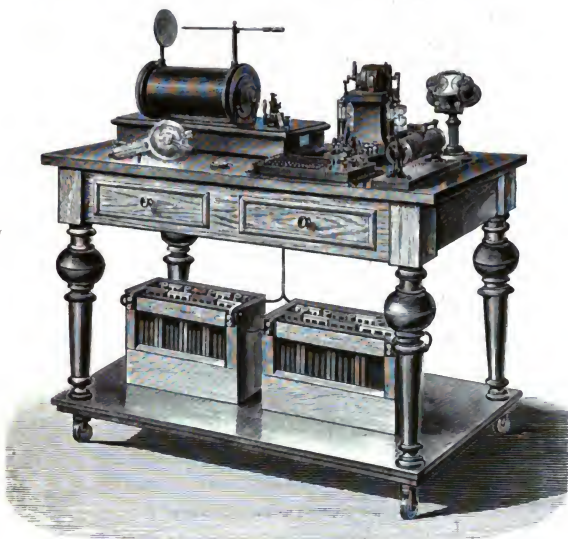


Abb. 137. Komplettes Röntgeninstrumentarium.

Die Größenverhältnisse sind so gewählt, daß das Instrumentarium für die Zwecke eines Spezialarztes vollkommen genügt.

Die folgende Schaltungsskizze, Abb. 138, zeigt eine große Röntgeneinrichtung mit ihren Neben- und Hilfsapparaten für einen Anschluß an eine bestehende Kraftzentrale, mit dreiteiligem Wehneltunterbrecher. Der Strom geht von oben rechts durch eine Sicherung nach dem Hauptausschalter A des Schalttisches, von hier aus

Während der vorerwähnte Pachytrop erst dann eingeschaltet werden kann, wenn der Strom ausgeschaltet ist, bietet ein von

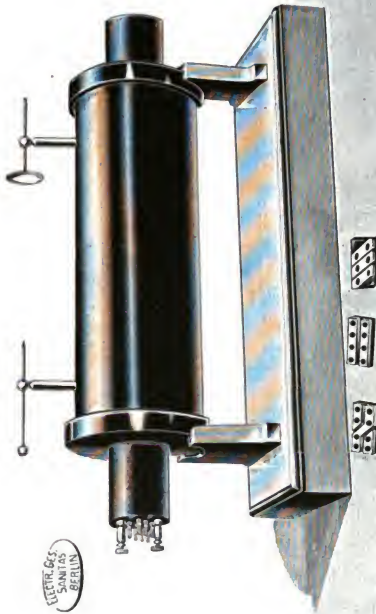


Abb. 138 a. Großer Induktor

Max Kohl, Chemnitz hergestellter Pachytropschalter den Vorteil, auch während des Betriebes Schaltkombinationen vornehmen zu können. Der Pachytropschalter, Abb. 138 bc. besteht aus einer

Porzellanwalze, in welcher Metallkontakte eingelassen sind. Über die Kontaktstücke schleifen Metallfedern, an welche biegsame

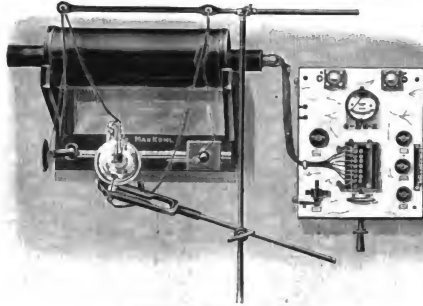


Abb. 138b. Pachytrop in Betrieb.

Leitungsschnüre angeschlossen sind, die zu den Unterteilungswicklungen des Induktors führen. Durch Drehen des Handrades

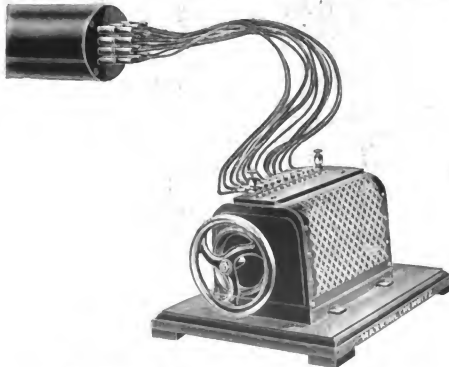


Abb. 138c. Umachalter für Änderung der Primärwindungen (Pachytrop).

läßt sich jede gewünschte Kombination erreichen. Durch eine sinnreiche Anzeigevorrichtung kann man der jeweiligen Stellung

des Handrades entsprechend die Art der Schaltung leicht erkennen.

Von dem Unterbrecher aus wird der Strom durch einen zweiteiligen Kollektor der einen Widerstand ein- oder ausschaltet nach dem Strommesser geleitet. Die Abstufungen des Widerstandes sind sehr gering, so daß es möglich wird, die Röhre ganz genau für den entsprechenden Gebrauchsfall zu belasten. Vom Strommesser aus wird der Strom zum Hauptausschalter zurückgeleitet.

Vor dem Hauptausschalter sind zwei Leitungen abgezweigt für den Spannungsmesser und für eine rote Lampe, so daß die Bedienung der Apparate nicht ganz im Dunkeln stattfindet.

Für den Gebrauch in großen Krankenhäusern ist es vorteilhaft, die Apparate stets zur Hand zu haben. Der in Abb. 139 dargestellte Schalttisch, der auf Rollen läuft, gestattet dies in der vorteilhaftesten Weise. Derselbe wird von Siemens & Halske, Berlin, gebaut. Im Innern des Tisches befinden sich die Regulierwiderstände. Seitlich führen die Kabel der Reihe nach zum Unterbrecher, Induktor und dem Netz. Auf der Marmorplatte des Tisches befinden sich der Hauptausschalter (rechts), der Kombinationsschalter (links), die beiden Kollektoren, Spannungs- und Strommesser und die Lampe.

Abb. 139a zeigt eine komplette Röntgeneinrichtung mit eigener Kraftzentrale. Dieselbe besteht im wesentlichen aus einer Kraft-

Zacharias und Mäsch, Elektromedizinische Apparate.



Abb. 139. Fahrbarer Schaltapparat.

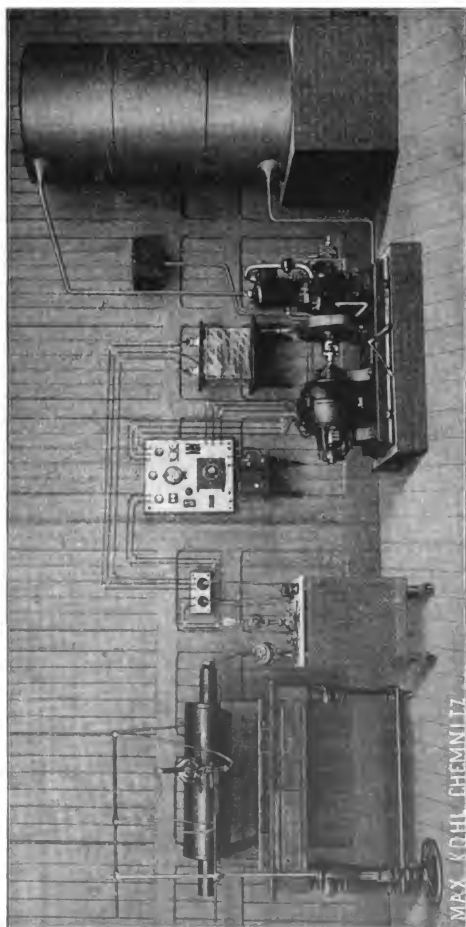


Abb. 189a. Maschinenanlage für Röntgentechnik.

station, Abb. 139b, mit schnelllaufendem Benzinmotor von 5 PS (siehe Seite 54) Gleichstromdynamo, die durch eine Konuskuppelung direkt mit der Antriebsmaschine verbunden ist, mit Nebenschlußregulator für die Dynamo und Kühlapparat von 600 Liter Inhalt für die Zylinderkühlung des Motors. Weiterhin gehören zur

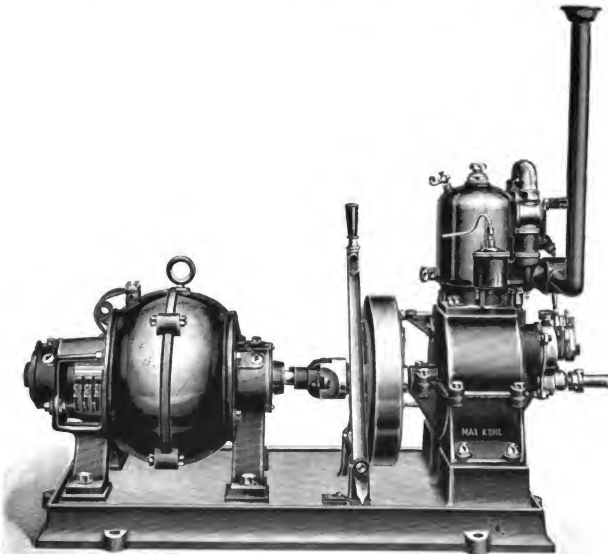


Abb. 139 b. Motordynamo.

Einrichtung ein zweiteiliger Wehneltunterbrecher mit Konsole. Eine Zündspule mit Akkumulator dient zur Zündung des Benzin- und Luftgemisches im Motor. Während die erwähnten Apparate vorteilhaft in einem besonderen Raume untergebracht werden, um den Patienten nicht zu sehr zu erschrecken, befindet sich im eigentlichen Röntgen-Kabinett eine Anschlußtafel, ein fahrbarer Schalt-

tisch, der Funkeninduktor, Stative, Röhren und sonstige Hilfs- und Nebenapparate. Die Anlage, die von Max Kohl in Chemnitz zusammengestellt ist, hat sich schon mehrfach bewährt und dürfte sich für kleinere Krankenhäuser ohne größere Kraftanlage oder Röntgenspezialisten vorzüglich eignen.

Meßmethoden.

In der Röntgentechnik arbeitet man mit Zentralstrahlen, d. h. die Strahlen gehen von einem Punkte aus und pflanzen sich geradlinig nach allen Seiten fort. Das auf dem Platinbariumcyanür-Schirm hervortretende Bild zeigt den Gegenstand nicht in seiner wahren Größe, sondern stark vergrößert. Der Arzt muß aber, um einzelne Krankheiten feststellen zu können, die richtige Größe des erkrankten Organs genau kennen. Es sind deshalb Apparate konstruiert worden, die dies ermöglichen. Dieselben beruhen zum größten Teil darauf, einen bestimmten Strahl am Umfange des Organes vorüber zu führen und so durch Aufzeichnen der Konturen die wahre Größe zu bestimmen.

Die vorgeschriebenen Arten der Untersuchungen sind in der Röntgentechnik bekannt unter den Namen Radioskopie, Kryptoskopie, Diaskopie u. a. m., von denen der erstere sich am meisten eingebürgert hat. Gegenüber dieser, der direkten Beobachtungsart, steht die indirekte, die als Radiographie bezeichnet wird.

Erst die Ausbauung der Röntgentechnik hat die direkte Untersuchungsart zur Vervollkommenung gebracht und ist heute für den Arzt ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden bei Beobachtungen von Bewegungsvorgängen, wie Atmung, Herztätigkeit. Die Radiographie findet natürlich da Anwendung, wo es sich darum handelt, das Bild festzuhalten.

Nachfolgend sollen die beiden Methoden behandelt und kurz die Prinzipien erläutert werden, nach denen die Beobachtungsapparate konstruiert wurden.

Die fluoreszierenden Körper geraten unter Einwirkung der Röntgenstrahlen in Schwingungen. Zu den fluoreszierenden Körpern gehören vor allen Dingen Bariumplatinocyanür und Kaliumplatinocyanür, weiterhin Diamant, Uran, Kaliumsulfat u. a. m., von denen die beiden ersten in Praxi allein Verwendung finden.

Die fluoreszierende oder selbstleuchtende Eigenschaft kommt nur während der Zeit der Bestrahlung zu stande; also nur während

der Zeit, in welcher die Substanz zum Schwingen angeregt wird. Man hat es also bei der Beobachtung nur mit Wirkung der Röntgenstrahlen, nicht mit den Strahlen selbst zu tun; denn diese sind für das menschliche Auge, wie schon erwähnt, vollständig unsichtbar.

Die Substanzen werden auf starke Kartons aufgetragen, die auf einem Rahmen straff aufgespannt sind. Die Schicht der fluoreszierenden Substanz wird zum Schutze und zum Zwecke der Reinigung mit einer Lackschicht versehen.

Von den genannten Substanzen verwendet man die erstere häufiger trotz des bedeutend höheren Preises. Dafür ist aber auch die Leuchtkraft doppelt so groß.

Bei der Untersuchung achte man darauf, daß der Stromwender der ganzen Einrichtung richtig eingestellt ist. Sodann gebe man der Röhre nicht mehr Strom, als eben zur Erreichung des Effekts notwendig ist. Bei längerem Gebrauch der Röhre lasse man die Antikathode nicht in starkes Glühen kommen, sondern schalte sie aus und warte nach dem Ausschalten eine geraume Zeit, damit eine genügende Abkühlung aller Teile stattfinden kann.

Die Röhre muß so eingeklemmt werden, daß man sie nach allen Seiten bewegen kann. Eine solche Vorrichtung, das Stativ, zeigt Abb. 140 (Reiniger, Gebbert und Schall). In einem schweren Fußbrett ist ein vertikaler Stab befestigt, an dem durch Klammern die Stativarne beweglich angeordnet sind.

Damit das Röntgenlicht den zu beobachtenden Körperteil auch ganz trifft, muß die Röhre so eingestellt werden, daß der Antikathodenspiegel von diesem Punkte aus ganz gesehen werden kann. Die Strahlen treffen also von dem Spiegel ausgehend alle gleichmäßig auf die Stelle auf und kann man sich leicht davon über-



Abb. 140. Stativ für Röntgenlampe.

zeugen, wenn man den Schirm vor der Röhre vorbeiführt. Derselbe erscheint alsdann von allen Stellen gleichmäßig beleuchtet. Um ein scharfes Bild zu erhalten, halte man den Schirm mit der Fluoreszenzschicht dem Beobachter zugekehrt, so daß also die Strahlen erst die Papierseite treffen.

Die von der Röhre ausgehenden Strahlen werden von einem zwischen Röhre und Schirm gebrachten Körper mehr oder weniger absorbiert. Die Fluoreszenzwirkung wird an diesen Stellen auf dem Schirm weniger stark zu beobachten sein, es entstehen dunklere Stellen, also Schatten. Je weiter man den Schirm von der Röhre entfernt, um so geringer ist die Helligkeit, aber um so größer erscheinen die Schatten auf demselben.

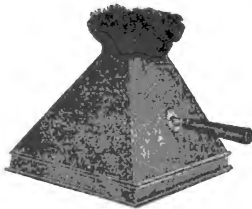


Abb. 141. Kryptoskop.

Man achte darauf, die Röhre nicht zu nahe dem Induktor anzubringen, weil sonst eine magnetische Ablenkung der Strahlen stattfinden kann; die Schatten werden alsdann verschwommen und wandern auf dem Beobachtungsschirme hin und her.

Für gewöhnlich müssen die Untersuchungen in einem völlig verdunkelten Zimmer vorgenommen werden, weil sonst die Schatten nicht erkennbar sind. Um aber auch bei erleuchtetem Zimmer die Beobachtungen anstellen zu können, bedient man sich eines lichtundurchlässigen Tuches, das über den Schirm und den Kopf des Beobachters gehängt wird. Zweckmäßig befestigt man alsdann das Tuch rings am Umfange des Leuchtschirmes mit Nägeln.

Diese Beobachtung hat aber immerhin noch nicht die Möglichkeit ausgeschaltet, daß Lichtstrahlen von außen zudringen können. Ein sehr bequemer Apparat, der dies verhindert, ist das Kryptoskop. Derselbe besteht im wesentlichen aus einem Leuchtschirme, auf den ein Papptrichter aufgesetzt ist, der die Lichtstrahlen abdämpft, Abb. 141. Der Trichter läuft nach dem Eingekloß verjüngt zu und ist daselbst mit Pelz oder Chenille verbrämt, um das Gesicht des Beobachters mit dem Trichter lichtdicht abzuschließen. Seitlich ist eine Handhabe befestigt.

Die Bilder werden bei einem flachen Schirme nach den Rändern zu verwischt und zwar kommt dies von der Zentralprojektion

des Bildes her. Um dies zu verhindern, werden Schirme ohne Rahmen gefertigt, die dem zu untersuchenden Körperteil angeschmiegt werden.

Für den Anfänger ist es schwierig, die Beobachtungen anzustellen. Es gehört dazu eine gewisse Übung und Fertigkeit.

Zur Bestimmung der Härte einer Röntgenröhre dienen Apparate, die es auch dem weniger geübten Auge ermöglichen, genaue Auswahl unter dem zur Verfügung stehenden Röhrenmaterial zu treffen, um die Intensität der Strahlen den jeweiligen Bestrahlungen anzupassen. Dieselben kommen unter dem Namen Skiameter in den Handel. Nachfolgend sei das von Dr. Walter in den Fortschritten auf dem Gebiete der Röntgentechnik 6, S. 68 beschriebene Skiameter etwas näher erläutert. Abb. 141 a.



Abb. 141 a. Skiameter nach Dr. Walter.

Eine 2 mm starke Bleischeibe von 16 cm Durchmesser enthält in zwei Reihen acht runde Löcher von 6 mm Durchmesser, die einen gegenseitigen Abstand von 10 mm haben und mit Platinblechen verschiedener Stärke bedeckt sind. Die Stärken der Platinbleche stehen im geometrischen Verhältnisse zueinander, so daß jedes folgende der in zickzackförmiger Reihe angeordneten Bleche doppelt so stark ist wie das vorhergehende. Dadurch liegen die gleichzeitig erhaltenen Kreise nebeneinander und deren Anzahl läßt sich leicht feststellen. Hierdurch ist einfach der Härtegrad der Röhre zu bestimmen.

Härte 1 gestattet auf dem Leuchtschirme eben die Konturen der Hand zu erkennen, nicht aber die Knochen derselben, während

Härte 8 selbst für die Durchlenchtung des stärksten Unterleibes zu groß ist.

Die Bleischeibe, die zugleich ein Schutz für die Hand des Beobachters sein soll, ist mit Holz bekleidet, das gegen Beschädigung der Scheibe selbst als auch der Platinfolien dient. Eine Führung ist zur Aufnahme des Leuchtschirmes bestimmt und eine starke Bleiglasscheibe schützt das Auge des Beobachters gegen die schädliche Wirkung der Strahlen.

Bei der Anwendung nähert man die Bleischeibe auf einige Zentimeter der Röhre, so daß deren Strahlung frei durch sämtliche Löcher durchgehen kann.

Bei Bestrahlung von Lupusherden mittels Röntgenstrahlen dient als gutes Mittel zur Bestimmung der Expositionszeit ein von Dr. Holz knecht angegebenes Chromoradiometer, das unabhängig von der Größe und Belastung der Röhre und des Induktors wirkt.



Abb. 141 b. Chromoradiometer.

Abb. 141 b. Dasselbe besteht aus einer Vergleichsreihe, der Normal-Skala, und einzelnen Reagenzkörperchen. Die letzteren sind kleine Näpfchen, in welche mit Hilfe von Bindemitteln Salze zu einer farblosen Masse eingefüllt sind. Die Näpfchen sind auf Kartonstreifen gebracht, die zur Handhabung und etwa notwendig werdenden Notizen dienen. Als Normal-Skala verwendet man Vergleichskörper mit stufenförmig zunehmender blaugrüner Färbung, die im Tageslicht unverändert bleiben. Diese Vergleichskörper sind fortlaufend numeriert, deren Zahlen eine ganz bestimmte Röntgenlichtmenge angeben.

Bei der Behandlung wird ein Reagenznäpfchen auf die zu bestrahlende Hautstelle gesetzt, auf welche die Lichtmenge am stärksten auftreten soll. An dieser Stelle tritt natürlich keine Reaktion ein. Man muß, wenn nötig, die Näpfchen im Laufe der Behandlung verschieben.

Glaubt man die Bestrahlung genügend angewendet zu haben, so unterbricht man dieselbe und vergleicht die Näpfchen mit der

Normal-Skala. Soll die Bestrahlung auf mehrere Sitzungen verteilt werden, so hebt man die Näpfchen mit entsprechender Notiz in dunklem Raume auf. Die Näpfchen entfärben sich im Tageslicht und sind dann stets wieder zu gebrauchen.

Da die Reagenz-Substanz auch auf Becquerelstrahlen reagiert, so dient der Apparat auch vorteilhaft zur Bestimmung der Stärke radioaktiver Substanzen, die durch Vergleich mit Röntgenstrahlen erfolgen kann.

Die beiden vorbeschriebenen Apparate werden von Herrn Max Kohl in Chemnitz hergestellt und dürften dem Spezialisten ein willkommenes Hilfsmittel sein.

Um während eines operativen Eingriffes metallische Fremdkörper zu entfernen ist es von Wichtigkeit, schnell und bequem das Durchleuchtungsbild vor Augen zu führen. Bei der gewöhnlichen Durchleuchtung ist man von den Orientierungsmarken abhängig, die jedoch nicht immer schnell genug zur Auffindung des Fremdkörpers führen.

Perthes hat dieses Problem dadurch gelöst, daß er in künstlich erleuchtetem Zimmer operiert. Unter dem Operationstischchen befinden sich drei Pendel, die nacheinander den Leuchtschirm, das künstliche Licht und das Röntgeninstrumentarium einschalten.

Grashey berichtet in der Münchener medizinischen Wochenschrift No. 24, 1904 über einen von der Elektrizitätsgesellschaft Polyphos hergestellten Apparat, der es gestattet, auch bei Tageslicht während der Operation den Fremdkörper in das Gesichtsfeld des Operateurs zu bringen. Abb. 141 c zeigt eine solche Vorrichtung im Bilde. Die Röntgenröhre R ist in einem Stativ-Blendenkästchen BK über dem Operationsfelde, der Leuchtschirm L in der Ebene des Operationstisches O unter dem Körperteil K angebracht. Das Leuchtbild wird mittels eines Planspiegels S in einer Einguckröhre T schräg nach oben zu dem Auge des Operateurs geworfen. Der Weg der Strahlen wird notgedrungen vom Schirm bis zum betrachtenden Auge in einer Dunkelkammer D zurückgelegt, in welcher sich der Spiegel S in unveränderlicher Lage befindet. Durch Hineinblicken in das in seiner Länge verstellbare Einguckrohr T erkennt man das etwas verkleinerte Fluoreszenzbild des zu beobachtenden Körperteiles, während ein Auge im Tageslicht jederzeit nach dem Operationsfelde sieht.

Das Einschalten des Induktors kann durch einen Fußkontakt erfolgen. Die Röhre selbst wird dem Körperteile so weit genähert,

daß eine genügende Operationstätigkeit möglich bleibt und die Instrumente in der Wunde erkennbar sind. Gegen die Röntgenstrahlen ist der Operateur durch ein das Blendenkästchen abschließendes Bleiglas geschützt. Durch eine Bleiblende wird ein kleiner Lichtkegel auf das Operationsfeld geworfen, der eben genügt, um den Leuchtschirm zu bestrahlen. Derselbe ist ca. 10 qcm groß

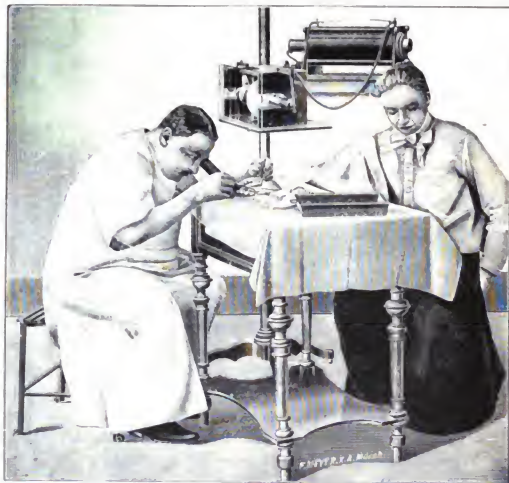


Abb. 141 c. Operieren bei Röntgen- und Tageslicht.

und mit schwarzem Papier überklebt, um die Hand des Chirurgen möglichst zu schützen. Besonderer Augenschutz ist hierbei nicht nötig, da erst die reflektierten Strahlen das Auge treffen.

Nachdem man den Brennpunkt der Antikathode über der Blendenmitte eingestellt hat, wird letztere durch Zuhilfenahme eines Pendels P über dem Leuchtschirme L eingestellt und zwar über dem Diagonalpunkte des Schirmes, der vorher durch eine Marke oder einen Strich kenntlich gemacht wird. Durch Visieren mit der Einguckröhre bringt man den Fremdkörper mit der Leuchtschirmmarkierung zur Deckung. Ersterer befindet sich in der senk-

rechten Bahn der Röntgenstrahlen und somit auch das Operationsmesser senkrecht über dem Fremdkörper. Nachdem man vorher den Schirm und Tisch durch sterile Tücher bedeckt und die notwendigen Vorbereitungen zur Operation getroffen hat, kann dieselbe erfolgen.

Es möchte bekannt sein, daß es schwieriger ist Röntgenbilder größerer als kleinerer Teile photographisch festzuhalten. Es liegt

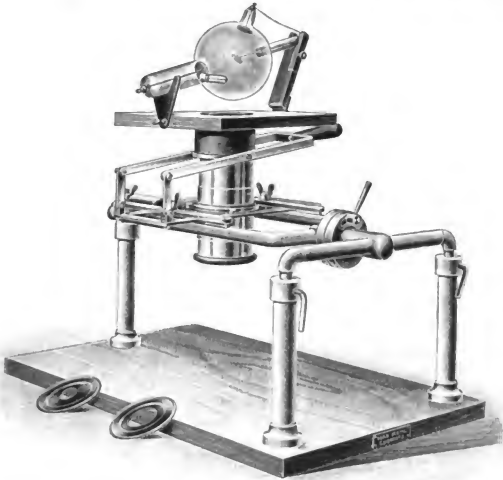


Abb. 141 d. Kompressionsablenke nach Dr. Albers-Schönberg.

dies hauptsächlich an der starken diffusen Reflexion, welche die Röntgenstrahlen selbst an den Teilchen der Luft erleiden. Zu diesem Zwecke fertigt man Blenden, die nur so viel durchleuchten, als notwendig erscheint.

Ganz besonders störend wirkt die erwähnte Reflexion bei dem Nachweis von Nieren- und Gallensteinen mittels Röntgenstrahlen. Eine Kompressionsblende nach Dr. Albers-Schönberg, Abb. 141 d, bekämpft die störende Diffusion der Röntgenstrahlen dadurch, daß

die Rohröffnung der Blende um 3—10 cm der photographischen Platte genähert wird. Man kann infolgedessen eine weiche kontrastreiche Röhre verwenden, wodurch selbst die kleinsten Steine nachweisbar sind.

Sobald man das Rohr über dem zu behandelnden Teil eingestellt hat, drückt man dasselbe so fest auf den Körper des Patienten, daß letzterer noch keine Schmerzen verspürt. Die Expositionszeit mit dieser Blende ist ca. 1—3 Minuten.

Apparate zur genauen Bestimmung der Größe und Lage von Organen und Fremdkörpern.

So schwierig es schon ist, Fremdkörper und Organe auf dem Schirme zu erkennen, um so schwieriger ist es, deren Lage und Größe festzustellen.

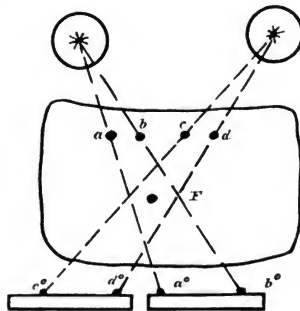


Abb. 142. Aufsuchen von Körpern.

Die Apparate, die dazu konstruiert wurden, geben alle mehr oder minder die Möglichkeit, die Untersuchungen exakt auszuführen. Einige dieser Apparate, die Verfasser sowohl dem Prinzip, als ihrem konstruktiven Wert nach geeignet zur Erläuterung erschienen, sollen nachfolgend beschrieben werden.

Die einfachste Methode zur Bestimmung der Lage, ist eine Beobachtung von zwei senkrecht zueinander stehenden Seiten. Nimmt man an, ein Fremdkörper erscheine auf dem Schirme so,

daß sein Abstand von irgend einem Punkte der Körper des Patienten a sei, so bezeichne man diesen Abstand mit einem Farbstoff auf der Haut des Patienten. Beobachtet man nun von einer zur ersten Beobachtungsebene senkrecht stehenden Seite, so erscheint der Fremdkörper von einem andern Punkte aus im Abstände b . Es ist nun ein Leichtes, die Tiefenlage des Fremdkörpers aus diesen beiden Abständen zu bestimmen.

Diese Methode kann aber nicht immer angewendet werden, sei es nun, daß ein anderer Körper das Bild verdunkelt oder daß der

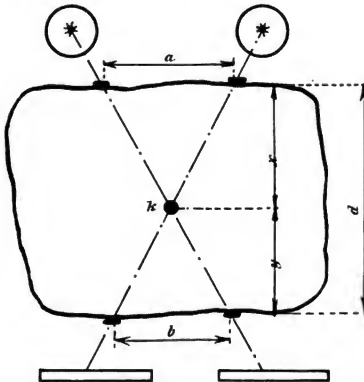


Abb. 143. Panktograph.

Zustand des Patienten es nicht gestattet. Man verfährt dann schätzungsweise, indem man die scheinbare Lage des Fremdkörpers an zwei Stellen bestimmt.

Nehme man an, die Röhre stände in der Lage I, Abb. 142, so erscheint der Schatten des Fremdkörpers F in F_0 und zwar zwischen den Schatten a_0 und b_0 , die von den vor F liegenden Körpern a und b angehören. Ebenso verfährt man bei der Röhrenstellung II. Es sind also vier Punkte gegeben, aus deren gegenseitiger Lage die richtige Lage des Körpers F geschätzt werden kann. Über die Tiefenlage sagt diese Methode nichts aus; allerdings läßt sich durch trigonometrische Rechnung ein Abstand von

der Körperoberfläche des Patienten bestimmen. Dem Geübten ist es möglich, aus der Unschärfe des Bildes sich ein ungefähres Urteil über die Tiefenlage zu machen.

Wesentlich sicherer bestimmt man die Lage des Fremdkörpers mit dem Dr. Rosenthalschen Punktographen (Polyphosgesellschaft). Bei demselben werden zwei Metallringe, je einer auf Röhren- und Schirmseite, so lange auf dem zu untersuchenden Körper verschoben, bis sich die Schatten der Ringe und des Fremdkörpers decken. Die Punkte werden dann mit einem Farbstifte bezeichnet und die Untersuchung bei einer anderen Röhrenstellung vorgenommen. Nachdem man die Abstände der markierten Punkte gemessen hat, ist es ein Leichtes, die Tiefenlage rechnerisch zu bestimmen. Abb. 143.

Es bezeichne:

a = Abstand der Ringe auf der Röhrenseite,

b = Abstand der Ringe auf der Schirmseite,

x = Tiefenentfernung des Körpers K von der Röhrenseite,

y = Tiefenentfernung des Körpers K von der Schirmseite,

d = Dicke des beobachtenden Körperteils.

So lassen sich die beiden Proportionen aufstellen

$$x : a = (d - x) : b, \text{ sowie}$$

$$y : b = (d - y) : a.$$

Es folgt dann

$$x = \frac{a \cdot d}{a + b} \text{ und } y = \frac{b \cdot d}{a + b}.$$

Ein Zahlenbeispiel möge dies erläutern:

Nach der Durchleuchtung messen die Abstände $a = 25$ cm, $b = 20$ cm, während die Dicke des Objekts 18 cm betrage, so ergibt sich

$$x = \frac{25 \cdot 18}{25 + 20} = 10 \text{ cm}$$

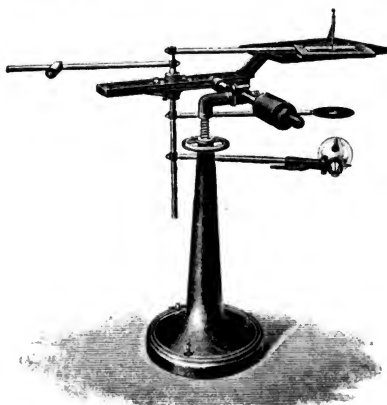
$$y = \frac{20 \cdot 18}{25 + 20} = 8 \text{ cm,}$$

$x + y = d$ ergibt dann die Kontrolle für die Richtigkeit der Rechnung und Ablesung.

Der Punktograph besteht aus zwei einfachen Holzstäben, in welche an dem einen Ende Metallringe eingelassen sind. Je einer dieser Stäbe wird auf die Vorder- und Hinterfläche des zu beobachtenden Körperteiles gelegt und so lange verschoben, bis sich Ring und Fremdkörperschatten decken. Durch einen Druck auf

einen Knopf springt ein Zeichenstift vor und markiert die Lage der Ringe auf der Haut. Dieselbe Einstellung wird bei einer gegen den Körperteil verstellten Röhrenlage wiederholt und dann die Entfernungen der gefundenen Punkte bestimmt.

Im nachstehenden sei die Art eines orthodiagraphischen Zeichenstativs nach Dr. Levy-Dorn erwähnt, wonach es möglich wird, die wahre Größe eines Organes oder eines Fremdkörpers zu bestimmen, Abb. 144a.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 144 a. Orthodiagraphisches Zeichenstativ, zusammengeklappt.

Die Röntgenröhre ist zu diesem Zwecke starr mit dem Leuchtschirme verbunden, so daß deren gegenseitige Lage während des Gebrauchs unverändert bleibt. Diese Anordnung ist in einer Ebene frei beweglich. Der Leuchtschirm trägt einen Bleistift, zur Aufzeichnung der Konturen. Das Prinzip ist die Verwendung nur eines Strahles und zwar des Verbindungsstrahles von Antikathode und Bleistift. Bei der Anwendung zeichne man punktweise die Konturen des zu beobachtenden Gegenstandes in einer Parallelprojektion. Es ergibt sich aus den Umrissen sofort die wahre Größe. Nehme ich die wahre und scheinbare Größe, so läßt sich, wenn

mir noch die Röhrentfernung vom Leuchtschirm gegeben ist, die Tiefenlage von der Schirmoberfläche aus bestimmen. Es bezeichne lw die wahre Länge des Fremdkörpers in irgend einer Ebene, ls die scheinbare Länge in derselben Ebene, A den Abstand des Leucht-



Abb. 144 b. Orthodiagraphisches Zeichenstativ, fertig zum Gebrauch.

schirmes von dem Spiegel der Antikathode, so ist der Abstand des Fremdkörpers von der Schirmebene

$$a = \frac{lw}{ls} \cdot A.$$

In obigen Abb. ist ein Stativ dargestellt (Reiniger, Gebbert und Schall). Die Horizontalbewegung erfolgt durch einen verschiebbaren Schlitten, der an einer Skala die Länge erkennen läßt. Die vertikale Bewegung erfolgt durch Drehung in dem Schlitten. Auch die Größe dieser Bewegung läßt sich an einem Kreisbogen ablesen. Röhre und Schirm sind durch Gegengewichte ausgeglichen. Will man die

Fragebogen zur Aufstellung eines Kostenanschlages für Röntgenapparate.¹⁾

Um schnellere Orientierung zu ermöglichen, sind nachstehend die wichtigsten Angaben gemacht, welche beim Ankauf einer Röntgeneinrichtung in Frage kommen. An der Hand der Angaben kann ein Kostenanschlag ausgearbeitet werden.

Welche Funkenlänge soll der Induktor haben?	
Steht zum Betriebe des Induktors Gleichstrom aus einem städtischen Leitungsnetz zur Verfügung?	
Wenn dies der Fall ist, welche Betriebsspannung hat die Anlage?	
Oder, wenn die Anlage Wechsel- oder Drehstrom liefert:	
Soll derselbe direkt zum Betriebe des Funkeninduktors verwendet werden?	
Mit Wehnelt-Unterbrecher?	
Oder mit elektromagnetischem Wechselstrom-Unterbrecher?	
Oder mit Turbinen-Unterbrecher für Wechselstrom?	
Oder wird Wechselstrom- oder Drehstrom-Gleichstrom-Umformer gewünscht?	
Oder soll der Betrieb durch Akkumulatoren erfolgen?	
Ist Gelegenheit vorhanden, die Akkumulatoren an einer in der Nähe befindlichen Lichtanlage, welche Gleichstrom liefert, neu zu laden?	
Oder soll die Ladung der Akkumulatoren durch eine oder mehrere Thermoäulen erfolgen? In diesem Falle muß Gasleitung vorhanden sein	
Oder wird eine vollständige Zusammenstellung mit Quecksilber-Platin-Unterbrecher gewünscht?	
Oder wird eine kleine Dynamomaschine mit Benzinmotor zum Betriebe des Induktors gewünscht?	
Oder wird eine Dynamomaschine für Handbetrieb gewünscht?	
Oder soll der Betrieb durch eine Tauchbatterie erfolgen?	
Mit welchem Unterbrecher soll d. Funkeninduktor betrieben werden?	
Mit Wehnelt-Unterbrecher?	
Wehnelt-Unterbrecher mit nur einem Kontaktstift?	
„ „ „ drei Kontaktstiften?	
Oder mit Motor-Quecksilber-Unterbrecher mit Tauchkontakt?	
Oder mit Turbinen-Unterbrecher?	
Oder mit Quecksilberstrahl-Unterbrecher?	
Oder mit Kontakttrommel-Unterbrecher nach Kohl?	
Oder mit Unterbrecher mit Gleitkontakten?	

¹⁾ Nach Angaben der Firma Max Kohl in Chemnitz i. S. Zacharias und Mäsch, Elektromedizinische Apparate.

Soll die Einrichtung stationär sein, d. h. mit Schalttafel, welche
 an der Wand befestigt wird?
 Oder auf Tisch montiert?
 Oder in Schrank in Form der amerikanischen Schreibtische? . .
 Oder in Schrank in Pultform?
 Oder in Schrank in Pultform mit Hochfrequenzapparat zusammen?
 Oder in Schrank mit Verglasung?
 Oder in Schrank mit Verglasung mit Hochfrequenzapparat zu-
 sammen?
 Oder in Schrank auf Konsole?
 Oder transportabel?

Welche von den im folgenden aufgeführten Zubehöriteilen werden
 mit gewünscht?

Funkenständer?
 Leuchtschirm? Welche Größe?
 Kryptoskop? Welche Größe? Mit oder ohne Leuchtschirm? . .
 Chirooskop?
 Skiameter?
 Spirituslampe?
 Patiententisch?
 Meßstativ für Herzaufnahmen nach Hoffmann?
 Orthodiagraph?
 Schutzkasten auf Stativ?
 Schutzstativ für Durchleuchtungen?
 Bleikiste mit Blenden?
 Zinkaufsatz mit Blenden?
 Kompressionsblende nach Dr. Albers-Schönberg?
 Irisblende?
 Universal-Blende nach Kohl?
 Sekundenuhr?
 Verstärkungsschirme? Welche Größe?
 Kassetten? Für welche Plattengröße?
 Schaukasten?
 Verdunkelungsvorrichtung? Für welche Fenstergröße?
 Schutzanzug?
 Schutzschürze?
 Schutzhaube?
 Schutzhandschuhe?
 Schutzbrille?
 Schutzblech?

Die Röntgenröhren werden in der für den gewählten Funkeninduk-
 tor und Unterbrecher passenden Ausführung eingesetzt
 Zum Halten derselben kommt ein Stativ in Frage
 Oder wird statt dessen ein Wandarm gewünscht?

Wird photographische Einrichtung mit gewünscht?

Die Ausfüllung dieses Fragebogens schließt natürlich keinerlei
 Verpflichtung zur Erteilung einer Bestellung in sich.

Konturen zu Papier bringen, so bedient man sich eines feststehenden Reißbrettes, das zwischen Schirm und Patient angebracht wird.

Andere Arten der Meßstative beruhen auf ähnlichen Prinzipien und seien der gebräuchlichsten an dieser Stelle nur Erwähnung getan.

Es sind dies die Meßstative von Dr. Donath ¹⁾, Prof. Moritz ²⁾ u. a. m.

• Literatur über Röntgentechnik.

(Abkürzung: F. a. d. G. d. R. = Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen.)

Albers-Schönberg. Beitrag zur therapeutischen Verwendung der Röntgenstrahlen in der Behandlung des Lupus. F. a. d. G. d. R., Bd. I, Heft 2 u. 3, S. 72.

Albers-Schönberg. Bemerkungen zur Technik der therapeutischen Anwendung der Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 140.

Albers-Schönberg. Die Röntgographie mit dem elektrolytischen Unterbrecher (Wehnelt). F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 140.

Albers-Schönberg. Lupus des Handrückens durch Röntgenstrahlen geheilt. Ärztlicher Verein Hamburg, 29. März 1898.

Albers-Schönberg. Über den Nachweis von kleinen Nierensteinen mittels Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, S. 118.

Albers-Schönberg. Zur Technik der Nierensteinaufnahmen. F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 210.

Albers-Schönberg. Zur Technik der Röntgenuntersuchungen. Deutsche med. Wochenschrift 1900, Nr. 48, S. 772.

Albers-Schönberg. Über eine verbesserte Methode des Nachweises von Nierensteinen mittels Röntgenstrahlen. Deutsche med. Wochenschrift 1901, Nr. 17, pag. 133.

Albers-Schönberg. Sternum und Ösophagusdarstellung. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 8 u. ff.

Albers-Schönberg. Über die Anwendung des Wehneltschen elektrolytischen Unterbrechers im Röntgeninstrumentarium. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 1 u. ff.

Albers-Schönberg. Eine Kompressionsblende zum Nachweis von Nierensteinen. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 301 u. ff.

Albers-Schönberg. Die Röntgentechnik. Gräfe & Sillem, Hamburg 1903. Alessandri und Dalla Vedova. La radiografia delle calcolosi biliari. Supplemento al Policlinico, Nr. 46, Ann. VI, S. 1441.

Alsborg. Über einen mit Hilfe des Röntgenbildes diagnostizierten Fall von Nierensteinen mit Operationsbefund. Münch. med. Wochenschrift 1898, Nr. 50.

¹⁾ Dr. B. Donath, Die Einrichtungen zur Erzeugung der Röntgenstrahlen. Zweite Aufl. 1903, auch Rosenfeld, Die Diagnostik innerer Krankheiten mittels Röntgenstrahlen. 1897.

²⁾ Moritz. Münchener med. Wochenschrift. Nr. 29. 1900.

Angerer. Die Lagebestimmung von Fremdkörpern mittels Röntgendurchleuchtung. Zentralblatt für Chirurgie 1898, Nr. 18, S. 473.

Appunn. Über die Methodik der Photographie mit X-Strahlen zu medizinisch-diagnostischen Zwecken. F. a. d. G. d. R., Bd. I, Heft 2 u. 3, S. 41.

Arnsberger. Über Pneumothorax im Röntgenbilde. Mitt. a. d. Geb. d. Med. & Chir. Jena 1901, VIII, pag. 367 u. ff., 2 Tafeln, 2 Fig.

Aron. Zur frühzeitigen Diagnose des Aortenaneurysma mittels X-Strahlen. Deutsche med. Wochenschrift, 1897, Nr. 22.

Ausset et Bédard. Péritonite chronique traitée successivement et sans résultat par les moyens habituels. Radiothérapie; guérison. Arch. d'électr. méd., 15 III 99.

Bade. Über den Wert der Röntgenuntersuchung bei der Lungentuberkulose. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 193 u. ff.

Bade. Bericht über den zweiten internationalen Kongreß für medizinische Elektrologie und Radiologie zu Bern, 1.—6. Sept. 1902; Zeitschrift f. diät. u. physikal. Therapie 1902, pag. 466 u. ff.

Basch. Der Nachweis der Lungenschwellung und Lungenstarrheit durch Röntgenstrahlen. Wiener med. Wochenschrift, 1897, Nr. 5, S. 165.

Beck. A case of transposed viscera, with cholelithiasis, relieved by a left-sided cholecystomy. Annales of surgery, May 1899.

Beck. Fractures with an appendix on the practical use of the Roentgen-Rays. Verlag von W. B. Saunders & Co., Philadelphia 1900.

Beck. On the Differentiation between Inflammatory Processes and Neoplasma of the bones by the Roentgen-Rays. Annales of Surgery, 1901, Dezember.

Beck. Die pathologische und therapeutische Bedeutung der Röntgenbeleuchtung. Zeitschrift für prakt. Ärzte 1902, Nr. 2, pag. 33—64.

Beck. Die Röntgenstrahlen im Dienste der Chirurgie. 138 Seiten Text, 65 Tafeln. Verlag von Seitz u. Schauer, München 1902.

Beck. The Roentgen-Rays in Surgery. Internat. Med. Magazine, Juni 1897.

Beck. Über den diagnost. Wert der Röntgenstrahlen bei der Arteriosklerose. Deutsche med. Wochenschrift 1898, Nr. 7, S. 106.

Beck, Carl. Darstellung von Gallensteinen in der Gallenblase und Leber. F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 217.

Béclère. Diagnostic de la tuberculose pulmonaire. Congrès etc. Gazette des hôpitaux, 13. VIII. 98. Les Rayons X. 1. X. 98. Arch. d'électr. méd., 15. XI. u. 15. XII. 98.

Béclère. Application de la méthode de Roentgen au diagnostic des affections thoraciques et en particulier au diagnostic des lésions de l'appareil respiratoire (Société médicale des hôpitaux; séance du 25. Juin 1897).

Béclère. Instrumentation radiographique du médecin de campagne. Association française pour l'avancement des sciences. Sitzg. v. 6. Aug. 1900.

Béclère. La mesure indirecte du pouvoir de pénétration des rayons de Roentgen à l'aide du spintermètre.

Béclère. Les rayons de Roentgen et le Diagnostic des Affections thoraciques. Verlag J. B. Baillière et fils. Paris 1902.

Béclère. Les mesures exactes en radiothérapie. Journ. des mal. cutan. et syph. Paris 1902, 6. s. XIV, pag. 173 u. ff.

Béclère, Oudin et Barthélemy. Application de la méthode de Roentgen

au diagnostic des affections thoraciques et en particulier au diagnostic de lésions de l'aorte. Société des hôpitaux. 14. V. 1897.

Behn. Einrichtung zur Aufzeichnung des mit senkrechtem Röntgenstrahl hergestellten Herzschattems auf die Körperoberfläche zum Vergleich mit Perkussionsbefunden. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, S. 44, 1900.

Behrend. Über die unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen entstehenden Hautveränderungen. Berliner medizinische Gesellschaft, 8. XII. 97.

Behrendsen. Studien über die Ossifikation der menschlichen Hand mittels des Röntgenschen Verfahrens. Deutsche med. Wochenschrift 1897, S. 433.

Benedikt, M. Das Röntgenlicht im Dienste der inneren Medizin. Kongreß für innere Medizin, Berlin 1897, S. 307.

Benedikt. Radiotherapeutische Erfahrungen. Wiener mediz. Wochenschrift 1901, Nr. 11 und Allgem. med. Zentralzeitung 1901, Nr. 39, pag. 446 u. ff.

Bergmann, v. Durch Röntgenstrahlen im Hirn nachgewiesene Kugeln. Berlin. klin. Wochenschr. 1898, Nr. 18, S. 339.

Bergmann, v. Über Fortschritte in der Behandlung der Frakturen seit Einführung der Untersuchung mit Röntgenstrahlen. XIII. internat. med. Kongreß zu Paris (2.—9. Aug. 1900). F. a. d. G. d. R., Bd. IV, S. 101.

Bergonié et Mongour. Les rayons X. ont-ils une action sur la tuberculose pulmonaire de l'homme? Acad. de médec., 13. VII. 97.

Bericht über die Röntgenvorträge und die Röntgenausstellung der 73. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg. 60 Seiten. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 28 u. ff.

Biesalski. Über skiagraphische Photometrie. Deutsch. med. Wochenschrift 1898, Nr. 4.

Boas und Levy-Dorn. Zur Diagnostik von Magen- und Darmkrankheiten mittels Röntgenstrahlen. Deutsche med. Wochenschrift 1898, Nr. 2, S. 18.

Bordet. Wirkungen der Röntgenstrahlen auf die Retina. Académie des sciences. 14. Juni 1897.

Bouchacourt. De l'endodiascopie. Arch. d'électr. méd., 15. XI. 98. 15. I. u. 15. III. 99.

Bouchard. Les rayons de Roentgen appliqués au diagnostic de la tuberculose pulmonaire. Comptes rendus, 14. VII. 96, und Gaz. des hôpitaux. LXIX, p. 144 u. 147, 1896.

Bouchard. Sur l'application de la radioscopie au diagnostic des maladies du thorax. Comptes rendus, 21. XII. 96. und 17. V. 97.

Bouchard. La pleurésie de l'homme étudiée à l'aide des rayons de Roentgen. Comptes rendus, 7. VII. 97, und La semaine médicale 1897, p. 494, 513 u. 522.

Bouchard et Claude. Des rayons de Roentgen appliqués au diagnostic à la cure de la tuberculose pulmonaire. IVe Congrès pour l'étude de la tuberculose. Gazette des hôpitaux, 13. VIII. 98.

Braatz. Beitrag zur Hirnchirurgie; Kugelextraktion aus dem Gehirn mit Hilfe des Röntgen-Verfahrens. Zentralblatt für Chirurgie, 8. I. 98.

Brautlecht. Über den Nachweis anorganischer Gifte, speziell des Arsens mittels Röntgenstrahlen. Zeitschrift für Röntgenstrahlen, Bd. IV, 6.

Brunner, M. Über eine neue Art der Diagraphie mit Hilfe der Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 178. 1898—99.

Buguet et Rocher. Application des rayons X à la chirurgie oculaire. Normandie médicale, Mai 1898.

Buxbaum. Frühdiagnose der Nephro- und Cholelithiasis mittels Röntgenstrahlen. Münch. mediz. Wochenschrift 1907, S. 1368.

Büttner und Müller. Technik und Verwertung der Röntgenstrahlen im Dienste der ärztl. Praxis und Wissenschaft, Halle a. S., W. Knapp, 1899.

Chalupecky. Über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Auge und die Haut. Zentralblatt für prakt. Augenheilkunde, Sept. 1897.

Chamberlain. Treatment of cancer. Journal of electro-therapeutics of New-York, 1901, Mai.

Championnière. Abscès du foie aperçu par la radioscopie. Bulletin de l'académie de médecine. 1900, 23. Januar, pag. 76.

Claude. Applikation des rayons X au diagnostic de la tuberculose pulmonaire par les rayons X. (C. au IV^e Congrès pour l'étude de la tuberculose.)

Contremoulius. Metroradiographie. Arch. d'électricité médicale. XI. Jahrgang 1901, pag. 641.

Courmélles. De Traité de radiographie médicale et scientifique. Paris 1897.

Cowl, W. Eine Methode zur Gewinnung scharfer Bilder des Thoraxinhaltes während der Atmung. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 169, 1898—99.

Cowl, W. Kritisches Referat zur Diagnostik und Therapie mittels Röntgenstrahlen. Zeitschr. f. diät. u. physik. Therapie, I. Heft. 99, S. 42.

Cowl, W. Über verschiedene Projektionen des Thorax u. über den diagnostischen Wert von Aufnahmeplatten. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 129 u. ff.

Cowl, W. Diagnostik und Untersuchungsmethoden mittels Röntgenstrahlen. Urban & Schwarzenberg. Wien 1903.

Cowl u. Levy-Dorn. Über die funktionelle Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Netzhaut des Auges. Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 9. Juli 1897.

Crzellitzer. Zur Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 245.

Dahlfeldt und Pohrt. Der Nachweis von Fremdkörpern im Auge mit Hilfe der X-Strahlen. Deutsche med. Wochenschrift 1897, Nr. 18, S. 282.

Deycke und Albers-Schönberg. F. a. d. G. d. R. Hamburg, Lucas Gräfe & Sillem, Bd. 1—6.

Dohrn. Das Röntgenbild als diagnostisches Mittel zum Nachweis von Nierensteinen. Deutsche Zeitschrift f. Chir., Leipzig 1901, LXII, pag. 184 u. ff.

Donath, B. Die Einrichtungen zur Erzeugung der Röntgenstrahlen und ihr Gebrauch. Berlin, Reuther & Reichard. 2. Aufl.

Dumstrey. Die Röntgenstrahlen in der Unfallheilkunde. F. a. d. G. d. R., 1898, Bd. I, Heft 2 u. 3, S. 51.

Dumstrey und Metzner. Die Untersuchung mit Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., 1898, Bd. I, Heft 4, S. 115.

Eiermann. Über die Verwertbarkeit der Röntgenstrahlen in der praktischen Medizin. Deutsche med. Wochenschrift, 1897, Nr. 11, S. 196.

Eiselsberg, v. und Ludloff. Atlas klinisch wichtiger Röntgenphotogramme. Aug. Hirschwald, Berlin 1900.

Escherich. Die diagnostische Verwertung des Röntgenverfahrens bei

Untersuchung der Kinder. Mitteilung a. d. Sitzg. d. Vereins d. Ärzte Steiermarks v. 13. Nov. 1897. Sep.-Abdr. aus Nr. 2, 1898.

Espin. Transparenz der Knochen gegenüber den Röntgenstrahlen bei tuberkulösen Erkrankungen. Brit. med. Journal 1897, I, p. 799.

Exner. Beiträge zur Erkenntnis der akuten Knochenatrophie. Hierzu 5 Tafeln. F. a. d. G. d. R., Bd. VI, pag. 1 u. ff.

Eykmann. Bewegungsphotographie mittels Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 347 u. ff.

Fait. Anévrisme de l'aorte et radioscopie. Arch. d'électricité médicale, 1902, pag. 165 u. ff.

Fenwick. Die Röntgenstrahlen und das Fluoroskop zur Entdeckung von Nierensteinen. Brit. med. Journal, 16. Okt. 1897, p. 1075.

Floris. Röntgenstrahlen in der Zahnheilkunde. Arch. f. Zahnheilkunde, 1902, Nr. 32.

Finny und Watron. Cases illustrating the aid of the Roentgen-Rays in the diagnosis of intra-thoracic tumours. British med. Journ., London 1902, I, pag. 633 u. ff.

Fittig. Einige mit Röntgenstrahlen behandelte Fälle von Carcinom. Allgem. med. Zentral-Ztg., 1902, Nr. 102.

Fochier. Présentation de photographies stéréoscopiques concernant l'engorgement du sommet dans les nouveaux et vieilles. L'indépendance médicale, 1901, 24. April.

Forster und Hugi. Über die kleinsten Massen metallischer Fremdkörper, welche durch Skiagraphie im menschl. Körper nachweisbar sind. F. a. d. G. d. R., 1898, Heft 5. S. 170.

Foveau de Courmelles. Mode d'exploration de l'estomac par les rayons X. Académie de médecine, 23. V. 99.

Francis, William. Les rayons de Roentgen dans les maladies thoraciques. Communication au Congrès des Medical Sciences, Décembre 1897, p. 665.

Franke. Zur Kenntnis der metallischen Fremdkörper im Auge. Zentralblatt für prakt. Augenheilkunde, Dezember 1901.

Freund, Leopold. Ein Vorschlag zur Verbesserung von Röntgenaufnahmen des Beckens. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 137. 1898—99.

Friedmann. Über die Anwendung der Röntgenstrahlen zur Feststellung von Fremdkörpern im Auge. Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde, Bd. XXXV.

Gaertner. Über die Röntgensche Photographie als Hilfsmittel zum Studium normaler u. pathologischer Ossifikationsvorgänge. Wien. klin. Rundsch. 10. X. 1896.

Gasne u. Londe. Röntgenphotographie von Knochenveränderungen. Académie des Sciences, Paris, März 1898.

Gassmann, A. u. H. Schenkel. Ein Beitrag zur Behandlung der Hautkrankheiten mittels Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 121, 1898—99.

Gilbert-Montpellier. Les arthropathies tabétiques et la radiographie. Nouv. Icon. de la Salpêtrière, 1900, Bd. XIII, pag. 145.

Gübel. Osteomalacie mittels Röntgenstrahlen zu diagnostizieren. Deutsche med. Wochenschr. 1897, Nr. 17, S. 267.

Gocht. Sekundenaufn. mit Röntgenstrahlen. Deutsche med. Wochenschr. 1896, Nr. 20, S. 323.

Gocht. Lehrbuch der Röntgenuntersuchung. Stuttgart, Ferd. Enke, 1898.

Gocht. Therapeutische Verwendung der Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. I, Heft 1, S. 14.

Gocht. Die Herstellung von Knochenstrukturbildern mittels Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Heft 2, S. 57.

Gocht. Resultat einer Klumpfußredression in Röntgenscher Durchleuchtung. Sitzungsbericht d. Physikal.-med. Gesellsch. zu Würzburg vom 24 Febr. 1899.

Gocht. Handbuch der Röntgenlehre zum Gebrauch von Mediziner. 2. Aufl. F. Enke, Stuttgart 1903.

Görl. Ein Fall von Nierenstein mit Demonstration einer Röntgenphotographie. Nürnbg. med. Gesellsch. u. Poliklinik, 2. Dez. 1897.

Golding-Bird, London. Röntgenaufnahmen und Frakturen. (Übersehen und Täuschungen von Frakturen.) Brit. med. Journal, 1901, v. 8. Juni.

Golebiewski. Ein kaustischer Beitrag zur Pathogenese der Unfälle nach Umknicken. Archiv f. Unfallheilkunde 1897, Bd. II, S. 274.

Graff, H. Beitrag zum diagnost. Wert der Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. I, S. 229.

Grouven. Histologische Veränderungen des lupösen Gewebes nach Röntgenbestrahlung mit 4 Abbildg. im Text. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 186 u. ff.

Grubbe, Chicago. Resultate und Technik in der Behandlung von Epitheliom mit X-Strahlen. Zeitschrift f. Elektrotherapie 1903, Nr. 1, pag. 10 u. ff.

Grunmach, E. Über die Bedeutung der Röntgenstrahlen für die innere Medizin. Therapeut. Monatshefte 1897, H. 1.

Grunmach, E. Über die Diagnostik innerer Erkrankungen mit Hilfe der Röntgenstrahlen. Wiener med. Wochenschr. 1897, Nr. 36, S. 1650.

Grunmach, E. Über die diagnostische und therapeutische Bedeutung der X-Strahlen für die innere Medizin u. Chirurgie. Deutsche med. Wochenschr. 1899, Nr. 37, S. 604.

Grunmach, E. Über Fortschritte in der Aktinographie mit Demonstration. 71. Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte, München 1899.

Grunmach und Wiedemann. Über die aktinoskopische Methode zur exakten Bestimmung der Herzgrenzen. Deutsche med. Wochenschr. 1902, Aug. Nr. 34, pag. 601 u. ff.

Grunmach und Wiedemann. La radiographie et la radioscopie des organes internes. Arch. d'électricité médicale, 1902, pag. 717 u. ff.

Guéminot. Appareil permettant de prendre des radiographies de la cage thoracique, soit en inspiration, soit en expiration: résultats obtenus. C. R. de l'Académie des Sciences. 8 août 1898.

Guilleminot. Les projections orthogonales radioscopiques. Arch. d'électricité médicale, 1902, pag. 703 u. ff.

Guilloz. Sur la radiographie des calculs biliaires. Revue médicale de l'Est. 1901, 15. März.

Habart. Der Wert der Röntgendurchleuchtung für die Kriegs-Chirurgie und für die Armeechirurgie. Wiener klin. Wochenschr. 1897, Nr. 13.

Hahn, R., Hamburg. Durch Röntgenstrahlen geheiltes chronisches Ekzem. Kasuistischer Beitrag für die weitere Verwendung der Röntgenstrahlen in der Dermatotherapie. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 16. 1898—99.

Hahn und Albers-Schönberg. Die Therapie des Lupus und der Hautkrankheiten mittels Röntgenstrahlen. Münch. med. Wochenschr. 1900, Nr. 10.

Harrison. Die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Retina. Brit. Journ. of Phot. 1897, S. 468.

Hausmann, Frieda. Beziehung zwischen der chemischen Wirkung der aus einer Röntgenröhre austretenden Strahlung zur Wirkung des Lichtes auf dieselbe Bromsilbergelatine. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 89.

Hedley. Röntgenstrahlen. Archives of the Roentgen-Ray. Vol II 1897.

Hegener. Krankhafte Veränderungen der Form und Stellung der Ohrmuschel. 20 stereoskopische Bilder mit Text. Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Hermann. Über die Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Diagnostik der Nierensteine. Wiener klin. Wochenschrift 1899, 8.

Hildebrand, Scholz und Wieting. Das Arteriensystem des Menschen im stereoskopischen Röntgenbild. 10 stereoskopische Bilder mit Text. Verlag v. J. F. Bergmann, Wiesbaden 1901.

Hildebrand, Scholz und Wieting. Frakturen der unteren Extremitäten. 10 stereoskopische Bilder mit Text. Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Hildebrand, Scholz und Wieting. Die kongenitalen Hüftgelenksluxationen. 10 stereoskopische Bilder mit Text. Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Hildebrand, Scholz und Wieting. Frakturen der oberen Extremitäten. 10 stereoskopische Bilder mit Text. Verlag v. J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Hoffa. Über die Verwendbarkeit der Röntgenstrahlen in der Medizin. Physikal.-med. Gesellschaft in Würzburg. 12. Nov. 1896.

Hoffa. Die Endresultate meiner letzten blutigen Operationen der angeborenen Hüftgelenksluxation. D. med. Wochenschrift 1897, Nr. 20 u. 21.

Hoffa. Über den Stand des Schenkelkopfes bei der angeborenen Hüftluxation. F. a. d. G. d. R., Bd. I, Heft 1, S. 2.

Hoffa. Die Redressio des Buckels nach der Methode Calot. Deutsche med. Wochenschrift 1898, Nr. 3.

Hoffmann. Zur praktischen Verwertung möglichst abgekürzter Expositionszeiten bei der Röntgenstrahlen-Photographie. F. a. d. G. d. R., 1898, Heft 5, S. 180.

Hoffmann. Über die Beobachtung von Herzrhythmen mit Röntgenstrahlen. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 15, 1899.

Hoffmann. Röntgenstrahlen-Photographie in der Tierheilkunde. Hierzu 3 Tafeln. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 138 u. ff.

Hofmeister. Über diagnostische Irrtümer bei der Röntgenuntersuchung des Hüftgelenkes. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 49, 1898—1899.

Hoppe-Seiler. Über die Verwendung der Röntgenstrahlen zur Diagnose der Arteriosklerose. Münch. med. Wochenschr. 1896, Nr. 14, S. 316.

Holzknacht. Ein neues radioskopisches Symptom bei Bronchialstenose und Methodisches. Wiener klin. Rundschau 1899, Nr. 45.

Holzknacht. Béquerele- u. Röntgenstrahlen. Wien. klin. Rundschau 1900, Nr. 27.

Holzknacht. Das radiographische Verhalten der normalen Brustaorta. Wien. klin. Wochenschr. 1900, Nr. 10.

Holzknacht. Röntgologische Diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide, Bd. VI des Arch. u. Atlas der norm. u. path. Anatomie in typischen Röntgenbildern; mit 60 Fig. im Text und 52 Tafelabb., L. Gräfe & Sillem, Hamburg 1901.

Holz knecht. Über Mitbewegung eines intrathorazischen Tumors beim Schluckakte. Wiener klin. Rundschau 1900, Nr. 15.

Holz knecht. Zur Diagnose der Ösophagus-Stenose. Deutsche med. Wochenschrift 1900, Nr. 36.

Holz knecht. Zum radiographischen Verhalten pathologischer Prozesse der Brusttaorta. Wiener klin. Wochenschrift 1900, Nr. 25.

Holz knecht. Über die Behandlung der Alopecia areata mit Röntgenlicht nebst Studien über das Wesen der Röntgenwirkung. Wien. klin. Rundschau 1901, Nr. 41.

Holz knecht. Die photochemischen Grundlagen der Röntgographie. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 235 u. ff., 317 u. ff.

Holz knecht. Eine neue einfache Dosierungsmethode in der Radiographie. Das Chromoradiometer. Wien. klin. Rundschau 1902, Nr. 35.

Holz knecht. Das Röntgenverfahren in der inneren Medizin. Wiener mediz. Wochenschrift Nr. 16.

Holz knecht. Über die Erzeugung von Nachfarben durch Röntgenstrahlen. Verh. der deutsch. physik. Gesellschaft; IV. Jahrgang, Nr. 1 u. 2.

Holz knecht. Die forensische Beurteilung der Röntgenverbrennungen. F. a. d. G. d. R., Bd. V, Heft 3 u. 4.

Holz knecht. Die Phatogenese der paraartikulären Ossifikationen. Wiener klin. Rundschau Nr. 4, 1902.

Holz knecht. Das Röntgenlicht im Dienste der Krankheiten des Schädels und des Gehirns und der gerichtlichen Medizin. D. med. Woch. 1902, Nr. 34.

Holz knecht. Das Chromoradiometer. Verhandl. der Vers. deutsch. Naturforscher in Karlsbad 1902, 2. intern. Kongreß f. Radiologie, Bern, 1902.

Holz knecht und von Zeißel. Der Blasenverschluß im Röntgenbilde. Mediz. Blätter 1902, Nr. 10.

Holz knecht und Kienböck. Über Einrichtung des Plattenarchives. F. a. d. G. d. R., Bd. V.

Holz knecht und Kienböck. Über Osteochondritis syphilitica im Röntgenbild. F. a. d. G. d. R., 1901.

Holz knecht und v. Karajan, siehe Karajan.

Holz knecht und G. u. R. Kienböck. Zur Technik der Röntgenaufnahmen. Qualit. der Röhre, Ruhe des Objektes. Winer klin. Rundschau Nr. 25, 1901.

Howard, F. The Roentgen-Rays in ophthalmic surgery. American Journal of the medical Sciences, Nov. 1897.

Huber. Röntgenphotogramme von akutem u. chronischem Gelenk-Rheumatismus und Gicht. Verein f. innere Medizin in Berlin, 17. II. 96.

Hübler. Röntgen-Atlas (gr. Folio, 6 Lieferungen: Kühnmann, Dresden).

Hübler. Röntgen-Atlas für Ärzte u. Studierende. Verl. v. Gerh. Kühnmann, Dresden.

Jankau, Ludwig. Fortlauff. Berichte über die Verwertung der Röntgenstrahlen in der Mediz., etc. Internat. fotogr. Monatsschrift für Medizin 1896, 1897 u. 1898.

Jedlička, Kratzenstein und Scheffer. Die topographische Anatomie der ober. Extremitäten (14 Taf., Bd. IV des Arch. u. Atlas der norm. u. path. Anatomie in typh. Röntgenbildern). Gräfe & Sillem, Hamburg 1901.

Josef und Prorazek. Versuche über die Einwirkung von Röntgenstrahlen

auf einige Organismen, besonders auf deren Plasmstätigkeit. Zeitschr. f. allgem. Physiologie 1902, I, Heft 2.

Immelmann, Berlin. Kann man mittels Röntgenstrahlen Lungenschwindsucht schon zu einer Zeit erkennen, in der es durch die bisherigen Untersuch.-Methoden noch nicht möglich ist? F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 142, 1898—99.

Immelmann, Berlin. Röntgen-Atlas des normal. menschl. Körpers. Berlin, Aug. Hirschwald, 1900.

Immelmann, Berlin. Über die Verwendung der Röntgenstrahlen in der Medizin. Deutsche Medizinal-Zeitung 1901, Nr. 31, S. 361.

Joachimsthal. Die angeborenen Vorbildungen der oberen Extremitäten. Bd. II des Arch. u. Atlas der norm. u. path. Anatomie in typischen Röntgenbildern, 8 Tafeln. Gräfe & Sillem, Hamburg 1900.

Joachimsthal. Über den Wert der Röntgenbilder für die Chirurgie. Therapeutische Monatshefte 1897, Februar, S. 65.

Joachimsthal. Die angeborenen Vorbildungen der unteren Extremitäten. 9 Tafeln. Gräfe & Sillem, Hamburg.

Jutassy Jozsef. Die Behandlung der Hypertrichosis mit Röntgenstrahlen. Orvosi Hetilap. 1898, 21—23 Sz.

Jutassy Jozsef. Mit Röntgenstrahlen behandelte Fälle von Lupus vulgaris; Lupus erithematodes, Ekzema chronicum, Naevus vasculosus und Hypertrichosis, mit Vorführung der Kranken. Auszug der XXX. Wanderversammlung der ungarischen Ärzte und Naturforscher in Szabadka (Maria Theresiopel) am 28. Aug. 1899. F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 118.

Karajan, Ernst R. v. und H. Holzknecht. Eine Lokalisationsmethode für Fremdkörper in den Extremitäten. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, S. 174.

Kienböck. Weiterer Bericht über Röntgenbefunde bei Pyopneumothorax. Wiener klin. Wochenschrift 1898, 51.

Kienböck. Über die Einwirk. des Röntgenlichtes auf die Haut. Wiener klin. Wochenschr. 1900, Nr. 50.

Kienböck. Auf dem Röntgenschirm beobachtete Bewegungen in einem Pyopneumothorax. Wiener klin. Wochenschrift 1898, Nr. 22, S. 538.

Kienböck. Zur Pathologie der Hautveränderungen durch Röntgenbestrahlung bei Mensch und Tier. Wiener med. Presse Nr. 19 u. ff., 1901.

Kienböck. Röntgenuntersuchung bei Tabes u. Syringomyelie. Neurologisches Zentralblatt 1901, Nr. 2.

Kienböck. Über akute Knochenatrophie und ihre Diagnose im Röntgenbild. Wiener mediz. Wochenschrift 1901, Nr. 23 u. ff.

Kienböck. Ein Fall von Schußverletzung des Herzens, mit Einklebung des Projektils im Herzen u. Mitralinsuffizienz. Wiener mediz. Presse 1903, Nr. 6.

Kienböck. Zur radiographischen Anatomie und Klinik der syphilitischen Knochenkrankungen an Extremitäten. Zeitschr. f. Heilkunde, Bd. XXIII 1902, 6. Heft, S. 6.

Kienböck. Über Technik und Ergebnisse der Röntgenuntersuchung in der Zahnheilkunde. Wiener ärztl. Monatsschrift 1902, Nr. VI.

Kienböck. Zur radiographischen Diagnose der Nierensteine. Untersuchungstechnik und Anführung von 4 neuen Fällen. Wiener klin. Wochenschrift 1902, Nr. 50.

Kienböck. Über Knochenveränd. bei gonorrhöischer Arthritis und akute Knochenatrophie überhaupt. (Mit Röntgenuntersuchung.) Wien. klin. Wochenschr. 1903, Nr. 3 u. 4.

Kienböck. Zur radiographischen Anatomie und Klinik der chondralen Dysplasien der Knochen mit multiplen cartilaginären Ekostosen. Separatabdruck aus der Wiener med. Wochenschrift Nr. 47 und 77, 1903. Verlag von M. Perles. Wien 1903.

Köhler. Knochenerkrankungen im Röntgenbilde. Atlas. Verl. J. F. Bergmann, Wiesbaden 1901.

Koenig. Die Bedeutung des Röntgenbildes für die operative Behandlung der tub. Coxitis. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1898, Heft 4, Bd. 47, S. 281.

Kraft. Röntgenuntersuchung der Brustorgane. Verl. v. Schlesier & Schweikhardt, Straßburg 1901.

Kraft. Die Röntgenuntersuchung der Luftorgane. Habilitationsschrift. Verlag v. Schlesier & Schweikhardt, Straßburg. 63 Seiten, 2 Tafeln. M. 1.60.

Kronecker. Eine Methode zur wesentlichen Vereinfachung und Verrbilligung des Röntgenverfahrens. (Aufnahm. auf Bromsilberpapier.) Therapie der Gegenwart 1903, Januar.

Kümmell. Die Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Chirurgie. Chirurgen-Kongreß 1897, S. 100.

Kümmell. Die Behandlung des Lupus mit Röntgenstrahlen und mit konzentriertem Licht. Berliner Chirurgen-Kongreß, April 1898.

Kümmell. Die Röntgenstrahlen im Dienste der praktischen Medizin. Säkular-Artikel. Berl. klin. Wochenschr. 1901, Nr. 1, S. 2.

Küttner. Stereoskopische Röntgenaufnahmen. Beiträge zur klin. Chirurgie, Bd. XXX, Heft 2.

Laborde. Rapport concernant les rayons X, Académ. de médecine 20. VI. 1899.

Lamberts. Entwicklung des menschl. Knochengengerüsts während des fötalen Lebens. Bd. I des Arch. u. Atlas der norm. u. path. Anatomie in typischen Röntgenbildern. L. Gräfe & Sillem, 1900.

Lamberts. Die Perspektive in den Röntgenbildern und die Technik der Stereoskopie. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, pag. 1 u. ff.

Lamberts. Die Entwicklung des menschl. Knochengengerüsts während des fötalen Lebens. 46 Röntgenbilder auf 9 Tafeln u. 20 Fig. im Text. Verlag von Lucas Gräfe & Sillem, Hamburg 1903.

Lambertz, Stabsarzt. Über den Wert der Röntgenstrahlen für den Heeres-sanitätsdienst. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 51, 1898—99.

Landau. Röntgenstrahlen. Eulenburs Real-Encyklopädie, 29. Bd., S. 506.

Lauenstein, C. Nachweis von Nierensteinen, die nur aus kohlenisaurem Kalk u. Tripelphosphat bestanden, durch Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 211.

Lauenstein. Nachweis der Kocherschen Verbiegung des Schenkelhalses bei der Coxa vara durch Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, pag. 61 u. ff.

Laurie und Leon. Diagnose von Blasensteinen mit Hilfe der Röntgenphotographie. Wiener med. Wochenschr. 1897, Nr. 23, S. 1064 und Lancet 1897, S. 169.

Leon. Blasen- und Nierenstein. Lancet 1897, S. 169.

Leonhard. The accuracy of the negative Roentgen diagnosis in case of suspected calculous nephritis and urethritis. Philad. med. Journ. 1902, IX, pag. 222 u. ff.

Leonhard. The Value of the X-Rays in the Detection and Exclusion of Renal and Ureteral calculi. Medical Record, 26. Jan. 1901.

Leray. Les luxations et les rayons X. Les rayons X. 5. II. 98.

Levy, Emil. Nachweis und Operation eines Phosphatsteines in der rechten Niere. F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 216.

Levy-Dorn. Über Herstellung von Bildern innerer Organe mittels X-Strahlen. Deutsch. mediz. Wochenschrift 1897, Vereinsbeilage Nr. 1.

Levy-Dorn. Aufnahmen mittels Röntgenstrahlen bei angehaltenem Atem. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 216, 1898—99.

Levy-Dorn. Verwertbarkeit der Röntgenstrahlen in der prakt. Medizin. Deutsche mediz. Wochenschr. 1897, Nr. 8, S. 119.

Levy-Dorn. Über Zwerchfell. Deutsch. med. Wochenschr. 1901, Nr. 49, pag. 858 u. ff.

Levy-Dorn. Sternum, Brusttaorta u. Wirbelsäule im Röntgenbilde. Deutsche med. Wochenschrift 1902, Nr. 34, pag. 612 u. ff.

Levy-Dorn und Zadeck. Zur Untersuchung mit Röntgenstrahlen bei Lungenechinococcus. Berl. klin. Wochenschrift 1899, Nr. 20.

Levy-Dorn. Über Methoden, die Lage innerer Teile mittels Röntgenstrahlen zu bestimmen. Chirurgen-Kongreß 1897, S. 50.

Levy-Dorn. Zur Kritik und Ausgestaltung des Röntgenverfahrens. Deutsche mediz. Wochenschrift 1897, Nr. 50, S. 800.

Levy-Dorn. Zur zweckmäßigen Untersuchung der Brust mittels Röntgenstrahlen und einige Ergebnisse. Deutsche mediz. Wochenschrift 1900, Nr. 35—37.

Levy-Dorn. Eine Vorrichtung zum Schutz des Untersuchers gegen X-Strahlen und zur Erzielung scharfer Bilder. Zeitschr. f. Krankenpflege. April 1898, S. 95.

Levy-Dorn. Phosphatsteine in der Niere einer Erwachsenen. F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 215.

Levy-Dorn. Zur Kritik u. Ausgestaltung des Röntgenverfahrens. Deutsche mediz. Wochenschrift Nr. 10 u. 12, 1899.

Lewkowsitch. Roentgen-Rays in ophthalmic surgery. A new method for the application of Roentgen-rays in ophthalmic surgery with the view of detecting the presence of foreign bodies in the eye and determining their position. Lancet 15 Aug. 1896.

Liaberia. Einige Betrachtungen über die Diagnose von Nierensteinen mit Hilfe von Röntgenstrahlen. Hierzu 1 Tafel. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 116 u. ff., 157 u. ff.

Lindemann. Röntgenbilder zur Veranschaulichung der gesunden u. fehlerhaften Lage des Magens. Deutsch. med. Wochenschr. 1897, Nr. 17, S. 266.

Linstow, v. Röntgenstrahlen als Entdecker feinsten Glaspalters im menschl. Körper. Deutsche med. Wochenschrift 1898, Nr. 42.

Mackenzie und Hedley. Lokalisation von Fremdkörpern. Lancet 1897, II, p. 1001.

Mackenzie und Davidson. Röntgenstrahlen u. Lokalisation. Brit. med. Journ. 1896, 1. Jan.

Mergier. Appareil pour déterminer la position des corps étrangers dans les organes. Acad. de médecine, t. VIII. 98.

Mignon, M. Des Rayons X. dans la tuberculose. (C. R. du IV^{iem} Congrès pour l'étude de la Tuberculose, Paris 1898.)

Mignon, M. Corps étrangers du sinus maxillaire et indications sur l'examen radioscopique des fosses nasales. (Arch. internat. de laryngologie, Paris, Juillet 1900.)

Mignon, M. L'examen du mediastin par les rayons X. (Congrès international de radiologie, Paris, Juillet 1900.)

Mignon, M. *Étude de l'appareil respiratoire par les rayons de Roentgen.* (1 volume avec 6 planches.) Paris, Carré et Naud, édit 1898.

Mignon, M. L'examen anatomo-topographique et physiologique du larynx la radioscopie. (Arch. internat. de laryngologie, Paris, Janv. 1901.)

Mignon, M. Application de la radiographie à l'étude de l'ossification du larynx (Bulletins de la Société anat. de Paris, Déz. 1901.)

Mignon, M. Difficultés de l'interprétation des images en radiologie (C. R. du V Congrès pour l'étude de la tuberculose, Londres 1901.)

Mignon, M. Étude anatomo-clinique de l'appareil respiratoire et de ses annexes par les rayons de Roentgen. Paris. Thèse Doct. 1898.

Mignon, M. Étude de la Tuberculose pulmonaire par les rayons de Roentgen. Archives internationales de laryngologie, Paris 1901.

Mignon, M. L'examen des corps étrangers des fosses nasales et des sinus par les rayons de Roentgen. Archives internat. de laryngologie, Paris 1902.

Mignon, M. Examen d'anévrisme de l'aorte par les rayons X. *Traité anatomique*, Paris 1898.

Mitjavilla y Rivas, J. *Tratado teórico práctico de radiographia y radioskopia clinica.* Con 102 grabados.

Mock. Über einen Fremdkörper im Auge, dessen Bestimmung mit Röntgenstrahlen und Magnetextraktion. Münch. med. Wochenschr. 1900, Nr. 27.

Monell, S. H. *Manual of static electricity in X-Ray and therapeutic uses.* New-York, W. B. Harison, 2 edition.

Monell, S. H. A system of instruction in X-Ray methods and medical uses of light, hot air, vibration and high frequency currents. E. R. Pelton, New-York, 19 East Sixteenth Street.

Morin. Mensuration radiographique du bassin. *Revue d'électrothérapie* 1902, Heft 2, pag. 63.

Moritz. Über orthodiographische Untersuchungen am Herzen. Münch. med. Wochenschrift, Januar 1902, Nr. 1, pag. 1 u. ff.

Morize. Sur un nouveau procédé de détermination de la position des corps étrangers par la radiographie. *Comptes-rendus* 31. I. 98.

Mühsam. Versuche mit Röntgenstrahlen bei Tuberkulose. *Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie* 1898, Bd. XLVII, S. 365.

Nonne. Über radiogr. nachweisbare akute u. chronische Knochenatrophie (Sudeck) bei Nervenerkrankungen. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 293 u. ff.

Oberst. Frakturen und Luxationen (I. Teil: Finger, Carpus, Metacarpus und Vorderarm, Bd. V des Arch. und Atlas der norm. u. path. Anatomie in typisch. Röntgenbildern. Gräfe & Sillem, Hamburg; 192 Röntgenbilder auf 22 Tafeln. 1901.

Ollier-Lyon. Démonstration par les rayons de Roentgen de la régénération osseuse chez l'homme à la suite des opérations chirurgicales. *Comptes rendus*, 17. V. 97.

Oudin, Barthelemy et Darier. Über Veränderungen an der Haut und

den Eingeweiden nach Durchleuchtung mit X-Strahlen. Internat. medicin. Kongreß zu Moskau. Monatsschr. f. prakt. Dermatologie, Nr. 9, 1897, 1. Nov.

Parzer-Mühlbacher. Photographische Aufnahme und Projektion mit Röntgenstrahlen, Berlin 1897.

Perée. Étude des rayons de Roentgen, appliqués aux expertises médico-légales. Thèse de Paris, G. Steinheil 1898.

Perthes. Über Fremdkörperpunktion. Zentralblatt f. Chirurgie, 1902, Nr. 32.

Pertz. Die Diagnose chirurgischer Erkrankungen vermittels Röntgenstrahlen. Habilitationsschrift, Freiburg.

Pielicke. Licht-, Röntgen- u. elektrische Therapie: VII. Kongreß der Dermatologischen Gesellschaft. Dermatologische Zeitschr. Bd. VIII, 1901, Heft 3, pag. 276 u. ff.

Pinard et Varnier. Beckenphotographie und Beckenmessung mittels X-Strahlen. Zentralblatt für Gynäkologie Nr. 38, 1897.

Popper. Aortenaneurismen. Medical News, 5. XII. 1897.

Port. Die Verwendung der Röntgenstrahlen in der Zahnheilkunde. 71. Versammlung deutsch. Naturforscher u. Ärzte, München 1899.

Pott, Franc. Einfluß der Röntgenstrahlen auf Tuberkelbazillen. The Lancet 1897, II, p. 1314.

Pratt, H. O. The value of the X-Ray from a diagnostic and therapeutic standpoint. The American X-Ray Journal, Bd. IV, 1899, Nr. 4, April.

Precht, J. Die photographische Wirkung der Röntgenstrahlen. Nach einem Vortrag auf der 71. Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte in München. Ragnar Friberger. Einige Studien über Benutzung der Röntgenstrahlen in Bezug auf Inhalt des Dünndarmes u. dessen Bewegungen. (Nagra studier models Roentgenstraler öfver tuntarms innehållsets rörelser.) Upsala Läkare-förenings Föreläsningar. 8. 1899, S. 602—606.

Redard, P. et F. Laran. Atlas de Radiographie. Paris, Masson & Co., 1900.

Régnier. Radiothérapie et Photothérapie. Verlag J. L. Baillière et fils, Paris.

Reiner. Röntgenbilder von Knochenstrukturen im stereoskopischen Sehen. Wiener klin. Rundschau 1901, XV, pag. 53 u. ff.

Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen. Eine neue Umschaltvorrichtung für stereoskopische Röntgendurchleuchtung. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 197 u. ff.

Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen. Eine neue Vorrichtung zur Unterdrückung des sekundären Schließungs-Induktionsstromes von Funken-Induktoren. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 257 u. ff.

Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen. Eine Vorrichtung für einfache u. stereoskopische Röntgendurchleuchtungen mit gleichzeitig wirkender Vorrichtung zur Unterdrückung des Schließungs-Induktionsstromes. F. a. d. G. d. R., Bd. VI, pag. 99 u. ff.

Remyet Contremoulins. De la radiographie des parties molles de l'homme et des animaux. Comptes rendus, 1, II, 1897.

Renzi, de. Sull' azione microbica dei raggi Roentgen. Gaz. degli ospedali e delle clin., 1896, Nr. 164.

Rieder. Wirkung der Röntgenstrahlen auf Bakterien. Münch. mediz. Wochenschrift 1898, Nr. 4, S. 101.

Rinehart. Traitement de cancers épithéliaux de la peau et sycose non parasitique par les rayons X. Revue intern. d'électrothérapie 1902, Heft 2, pag. 64.

Röntgen. Eine neue Art von Strahlen. I. Mitteilung. Sitzungsberichte der Phys.-med. Ges. zu Würzburg, Ende 1895.

Röntgen. Eine neue Art von Strahlen. II. Mitteilung. Sitzungsberichte der Phys.-med. Ges. zu Würzburg, April 1896.

Röntgen. Über eine neue Art von Strahlen. Phys.-med. Ges. zu Würzburg, 23. Januar 1896.

Röntgen. Weitere Beobachtungen über die Eigenschaften der X-Strahlen. Akademie der Wissenschaften, Berlin 1897, 13. Mai, S. 576.

Rosenfeld. Die Diagnostik innerer Krankheiten mittels Röntgenstrahlen. Wiesbaden 1897.

Rosenfeld. Klinische Diagnostik der Größe, Form und Lage des Magens, Zentralbl. für innere Medizin Nr. 1, 1899.

Rosenfeld. Die Diagnostik innerer Krankheiten mittels Röntgenstrahlen. Zugleich Anleitung zum Gebrauch von Röntgen-Apparaten. 4 Röntgenaufnahmen in Lichtdruck. Verlag v. J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Rouillies & Lacroix. Dispositif nouveau de radioscopie stéréoscopique. Arch. d'électr. méd. 15. IV. 99.

Rumpel. Die Diagnose des Nierensteines mit Hilfe der neueren Untersuchungsmethoden. 50 Röntgenbilder mit Text. Gräfe & Sillem, Hamburg.

Rumpf. Über die Bedeutung von Röntgenbildern für innere Medizin. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Braunschweig 1897, 21. Sept.

Schaddien, F. Über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf Protozoen. Pfügers Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. LXXVII, 1899.

Schede. Die angeborene Luxation des Hüftgelenkes. Bd. III d. Arch. u. Atlas d. norm. u. path. Anatomie in typischen Röntgenbildern, 8 Tafeln. Gräfe & Sillem, Hamburg 1901.

Soheier. Über die Verwertung der Röntgenstrahlen in der Rhino- und Laringologie. Arch. f. Laringologie 1897.

Soheier. Über die Ossifikation des Kehlkopfes für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 1902.

Sohell. A propos du traitement du lupus par le tube de Crookes. Arch. d'électr. méd. experimentales et clinique, Nr. 96. 15. XII.

Schiff, Ed. Die Behandlung des Lupus erythematodes mit Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 135, 1898—99.

Schiff. Epithelioma faciei und Ulcus rodans durch Röntgenstrahlen geheilt. Zentr.-Bl. f. d. ges. Therapie. Dez. 1901.

Schiff. Über die Einwirkung der X-Strahlen auf tiefere Organe. Wiener med. Wochenschr. 1897, Nr. 4.

Schiff. Über die Einführung der Röntgenstrahlen in der Dermato-Therapie. Arch. f. Dermatologie und Syphilis 1898, Heft 1.

Schiff u. Freund. Der gegenwärtige Stand der Radiotherapie. Wiener klin. Wochenschrift Nr. 38 u. 39.

Schiff u. Freund. Weitere Anwendungsgebiete der Radiotherapie. F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 109.

Schjerning. Schußverletzungen. Verlag v. Gräfe & Sillem, Hamburg.

Schmidt, Christian. Kasuistische Beiträge zur Röntgenuntersuchung

aus dem Krankenhause Herisau und der eignen Praxis. F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 1.

Scholz. Über die Wirkungen der Röntgenstrahlen auf die Haut und ihre Verwendung bei Behandlung der Hautkrankheiten. Allg. med. Zentralztg. 1901, Nr. 4, S. 37.

Scholz. Experimente mit Röntgenstrahlen über akute Herzüberanstrengungen. Deutsche med. Wochenschr. 1897, Nr. 31, S. 495.

Schott. Über Veränderungen am Herzen durch Bad und Gymnastik, nachgewiesen durch Röntgenstrahlen. Deutsche med. Wochenschr. 1897, Nr. 14.

Schrötter. Zur Diagnose des in der Brusthöhle verborgenen Aortenaneurysma. Wiener med. Wochenschr. 1902, Nr. 38.

Schuchardt, Karl. Über das Studium und die Reproduktion von Röntgenphotographien.

Schürmayer, B. Die Neuerungen auf dem Röntgen-Gebiete unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenphotographie. III. Bericht. München, Seitz u. Schauer, 1900.

Schürmayer, B. Eine Vereinfachung und Abänderung des Verfahrens nach Davidson zur Bestimmung der Lage von Fremdkörpern im Organismus durch Doppel-Röntgenphotographie. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, S. 81.

Schwertzel. Über den Wert der Röntgenstrahlen für die Chirurgie. Berl. klin. Wochenschr. 1897, Nr. 29 u. 30.

Schwald. Die Lagebestimmung von Fremdkörpern in der Tiefe bei der Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen. Deutsche med. Wochenschr. 1898, Nr. 19, S. 301.

Sharpe, Marg. M. The X-ray treatment of skin diseases. The Roentgen Society in London. 6. XI. 99.

Sinapius. Die Heilung d. Tuberkulose durch Röntgenbestrahlung, Leipzig 1897.

Sjögren, F. u. E. Sederholm. Beitrag zur therapeutischen Verwertung der Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, S. 145.

Skinner. Effet de la lumière X par les tubes de vacuum élevé sur le cancer intraabdominal. Revue int. d'électrothérapie 1902, Heft 1, pag. 28.

Sokolow. Über die Heilung des Gelenkrheumatismus durch Röntgenstrahlen bei Kindern. Wratsch 1897, Nr. 46.

Southgate, Leigh. Therapeutic Effect of the Roentgen-Ray. The American X-Ray Journal. Bd. IV, 1899, Nr. 4, April.

Spies. Die Röntgenstrahlen im Dienste der Rhinochirurgie. F. a. d. G. d. R., Bd. I, Heft 5, S. 165.

Stechow. Über die Verwendung der Röntgenstrahlen bei der Armee. Chirurgen-Kongreß 1897.

Stechow. Über die Verwendung der Röntgenstrahlen bei der Armee im Frieden und im Kriege. Sektion für Militärmedizin des XII. intern. med. Kongresses zu Moskau, 1897.

Stechow. Das Röntgenverfahren mit besonderer Berücksichtigung der militärischen Verhältnisse. A. Hirschwald, Berlin 1903.

Stembo. Über die schmerzberuhigende Wirkung der Röntgenstrahlen. Therapie der Gegenwart, Juni 1901.

Stöckel. Fremdkörper im Bulbus. Lokalisation mit Röntgenstrahlen. Wien. klin. Wochenschr. 1898, Nr. 7, S. 147.

Zacharias und Müsch, Elektromedizinische Apparate.

Sträter. Welche Rolle spielen Röhren bei der therapeutischen Anwendung der Röntgenstrahlen? Deutsche med. Wochenschr. 1900, Nr. 84.

Strauß. Zur Diagnostik von Magen- und Darmkrankheiten mittels Röntgenstrahlen. Deutsche med. Wochenschr. 1898, Nr. 5, S. 77.

Strebel. Beitrag zur Theorie und Praxis der Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. VI, pag. 74.

Sudeck. Über die akute (reflektorische) Knochenatropie nach Entzündung und Verletzungen an den Extremitäten und ihre klinischen Erscheinungen. F. a. d. G. d. R., Bd. V, pag. 177 u. ff.

Swain. Nierensteine. Lancet, Dez. 1897.

Tarkhanoff. Einfluß der Röntgenstrahlen auf das Zentralnervensystem. Gaz. degli osped., 4. März 1897.

Thompon. Aneurysmen des Brustraumes. Lancet 1897, p. 710 u. p. 1676.

Treitel. Beitrag zur Röntgenuntersuchung. Deutsche med. Wochenschr. 1898. Nr. 1, Vereinsbeilage S. 2, u. Verein f. inn. Medizin, 6. XII. 97.

Ullmann, R. Über die gegenwärtige Bedeutung der Radiotherapie für die ärztliche Praxis. Separatabdruck aus dem Zentralblatt f. die gesamte Therapie. XXII. Jahrgang, Heft 1 u. 2, 1904. Verlag M. Perles, Wien.

Unna. Zur Kenntnis der Hautveränderungen nach Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen. Deutsche med. Zeitung 1898, Nr. 20, S. 197.

Villard, P. Über die chemische Wirkung der X-Strahlen. Comptes-rendus 1899, Nr. 4, Heft 1, p. 190.

Virchow. Apparat zur Kontrolle von Röntgenbildern. Zeitschr. f. diät. u. phys. Therapie 1899, Bd. III, Heft 4.

Wagner. Nachweis von Nierenstein mit Röntgenstrahlen. F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 214.

Wagner. Über die Diagraphie von Nierensteinen. Zentralblatt f. Chirurgie 1899, Nr. 8.

Walsham. On the diagnosis of pleural effusion by the Roentgen-Rays. British med. Journal, Londres 1901, II, pag. 8 u. ff.

Walsham. The diagnosis of toracic Aneurysm by the Roentgen-Rays. Arch. of the Roentgen, März 1902.

Walter, B. Über den Wehneltschen Unterbrecher. F. a. d. G. d. R., Bdl. II, S. 181.

Walter, B. Über einige Verbesserungen im Betriebe des Induktions-Apparates mit besonderer Berücksichtigung des Wehnelt-Unterbrechers im Röntgen-Laboratorium. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, Heft 1, p. 190 u. Bd. IV, S. 46.

Walter, B. Röntgenröhren für starke Beanspruchung. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 222, 1898.

Walter, B. Stereoskope f. große Bilder. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, pag. 18 u. ff.

Walter, B. 2 Härteskalen f. Röntgenröhren. F. a. d. G. d. R., Bd. VI, pag. 68 u. ff.

Weinberger. Über die Röntgenographie des normalen Mediastinums. Zeitschr. f. Heilkunde 1900.

Weinberger. Beitrag zur Klinik der malignen Lungengeschwülste. Zeitschr. f. Heilkunde 1901.

Weinberger. Atlas der Radiographie der Brustorgane. Verl. Emil M. Engel, Wien u. Leipzig, 1901.

Weinberger. Über die durch Erweiterung der Pulmonalarterie im Röntgenbilde entstehende Schattenform. Vortrag auf d. 2. Kongreß f. Elektrologie u. Radiologie 1902.

Weinberger. Über die Untersuchungen der Brustkrankheiten mit Röntgenstrahlen. Vortrag auf dem 2. Kongreß f. Elektrologie & Radiologie 1902.

Wertheim Salomonson, J. R. A. Zur Radiographie der Lungenkrankheiten. F. a. d. G. d. R., Bd. IV, S. 41, 1900.

Wiesner. Beitrag zur Kenntnis der Röntgengermatitis. Münch. med. Wochenschr. 1902, Nr. 25, pag. 1047.

Wildt, A. Die Erhöhung des Vakuums der Röntgenröhre durch den Gebrauch. F. a. d. G. d. R., Bd. II, S. 68, 1898—99.

Wildt, A. Ein Beitrag zur Technik (Röntgen-Technik). F. a. d. G. d. R., Bd. III, S. 17.

Williams. The Rayon in Surgery and Medicine, Nev-York 1902. The Macmillan Company.

Wilms. Die schräge Durchleuchtung des Thorax bei Fremdkörpern im Ösophagus und zur Darstellung der Dorsalwirbelsäule. F. a. d. G. d. R., Bd. V, S. 11 u. ff.

Wilms u. Sick. Die Entwicklung des Knochensystems nach der Geburt. Verlag v. Gräfe u. Sillem, Hamburg.

Wilms u. Sick. Die Entwicklung der Knochen der Extremitäten von der Geburt bis zum vollendeten Wachstum. 16 Tafeln. Gräfe u. Sillem, Hamburg.

Winckler. Die Orientierung auf dem Röntgenbilde des Gesichtsschädels und das Studium der oberen nasalen Nebenhöhlen auf demselben. F. a. d. G. d. R., Bd. V, S. 147 u. ff.

Wolfenden u. Forbes-Ross. The effects produced in cultures of micro-organismus and of tubercle bacilli by exposure to the influence of an X-Ray tube. Arch. of the Roentgen-Ray, Bd. V, Nr. 1.

Wolff, J. Die Bedeutung der Röntgenbilder für die Lehre von der angeborenen Hüftverrenkung. F. a. d. G. d. R., Bd. I, S. 22, u. S. 190.

Wolff, J. Bemerkungen zur Demonstration von Röntgenbildern der Knochen-Architektur. Berl. klin. Wochenschr. 1900, Nr. 18, S. 381.

Wormser. Über die Verwertung der Röntgenstrahlen in der Geburtshilfe. Beiträge zur Geburtshilfe und Gynäkologie, 1900, Bd. III, Heft 3.

Wullstein. Über Aufnahmen des Rumpfes durch Röntgenstrahlen. Berl. klin. Wochenschr. 1897, Nr. 16, S. 334.

Zarubin. Die neuesten Tatsachen betreffend die Frage über den Einfluß der X-Strahlen auf die gesunde und kranke Haut. Monatshefte für praktische Dermatologie, Bd. XXVIII, Nr. 10.

Zangenmeister. Die Photographie und Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen. Beiträge zur klin. Chirurgie von Bruns, 1897, Bd. XVIII, Heft 2.

Zechmeister, H. Beitrag zur Radiotherapie Sykosis hypophogenes. Monatshefte f. prakt. Dermatologie 1900, Bd. XXXII, Nr. 17.

Zuntz & Schumburg. Wirken die Röntgenstrahlen erregend auf nervöse Zentren? Intern. fotogr. Monatsschrift für Medizin, April 1897.

Ziemssen, H. v. u. H. Rieder. Die Röntgographie in der unteren Medizin. J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Ziemssen, H. v. u. H. Rieder. Die Röntgographie in der inneren Medizin. II. u. III. Liefg. 20 Tafeln mit Text, J. F. Bergmann, Wiesbaden 1902.

3. Elektro-Endoskopie und Diaphanoskopie.

Bei diesen Apparaten handelt es sich ebenso wie bei den Röntgeninstrumentarien nicht um eine elektrische Heilwirkung, sondern lediglich um Hilfsmittel zu Untersuchungen erkrankter Organe und bei Operationen. Hierbei dient der elektrische Strom zur Erzeugung von Licht, welches direkt oder reflektiert verwendet wird.

Selbst in einem gut erleuchteten Operationssaale oder in einem Behandlungszimmer des Arztes können nicht immer die zu operierenden Stellen genügend bei der Beleuchtung gesehen werden. So kommt es vor, daß der behandelnde Arzt sich tief über den Patienten neigen muß, somit also die Stelle beschattet, oder aber dieselbe ist durch andere Körperteile nicht genügend beleuchtet.



Abb. 145. Stirnlampe.

Um in solchen Fällen einen Fehlgriß zu vermeiden, verwendet der Arzt vorteilhaft künstliches Licht. Dasselbe muß nun so verwendet werden, daß das Auge des Operateurs nicht geblendet wird, dazu kommt noch, daß er seine beiden Hände zur Hantierung freihalten muß.

Bei Operationen befestigt der Arzt die Lampe an der Stirne, so daß also das Licht direkt in die Sehrichtung fällt. Abb. 145.

Befestigt wird die Lampe durch eine Binde, eine Stahlspanne oder einen Hartgummireifen. Die Lampe wird durch einen Akkumulator von 6—10 Volt gespeist. Um das Licht zu konzentrieren dient eine Sammellinse oder ein Hohlspiegel. Der Lichtkreis kann durch Vor- oder Rückwärtsbewegung der Lampe oder des Spiegels vergrößert bzw. verkleinert werden, wodurch sich allerdings die Dichte des Lichtes verändert. Lampe und Linse oder Hohlspiegel sind in einem Gelenk angebracht und kann der Lichtkegel leicht nach den verschiedenen Richtungen eingestellt werden.

Die Lampen mit Hohlspiegel, Abb. 146, liefern ein intensiveres Licht, sind aber für lange Operationen oder Untersuchungen wegen ihres Gewichts nicht recht angebracht. Der Spiegel hat 2 Löcher zum zentralen Sehen, und zwar wird zu diesem Zwecke der Reflektor

vor die Augen geschoben. Man sieht alsdann durch zwei in dem Spiegel angebrachte Löcher in den Lichtkegel und hat somit ein scharfes Bild. Die Stromzuführung geschieht rückwärts, so daß der Arzt durch die Leitungsschnüre nicht behindert ist.

Um dem Arzte ein portatives bequemes Speculum an die Hand zu geben, das automatisch jederzeit beleuchtet werden kann und die Anwendung von äußerem Licht sowie des gewöhnlich nur zur Verfügung stehenden Löffels unnötig macht, ist folgendes Speculum von der Firma Sanitas Berlin konstruiert Abb. 147, welches auch in der Außenpraxis eine sehr genaue Besichtigung der Hals-



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 146. Reflektor-Stirnlampe.

organe zuläßt, wie sie sonst nur mit Hilfe des immerhin umständlichen, von einer Lampe abhängigen Stirnspiegels erreicht werden kann.

Wie aus beistehender Zeichnung ersichtlich, hat der Spatel die bekannte Form des gewöhnlichen Glasspeculums. Im Innern des aus sehr festem Glase gefertigten Speculums, und zwar an der Spitze, befindet sich eine kleine elektrische Glühlampe, welche außer dem Hause durch ein in der Westentasche bequem unterzubringendes kleines, (in der Sprechstunde durch ein sehr großes, dauerhaftes) Trockenelement gespeist wird. Die Einschaltung geschieht durch einen einzigen Handgriff. Die Beleuchtung ist so intensiv, daß es ausgeschlossen ist, pathologische Prozesse in der Mund- und

Rachenhöhle übersehen zu können; auch ist es möglich, in einem völlig dunklen Raume, bei geschlossenem Munde, die Kieferhöhlen zu durchleuchten. Besonders hervorzuheben ist noch die leichte Desinfektion des Apparates, da derselbe nur ganz glatte Glasflächen besitzt, die durch Eintauchen in Sublimat oder dergl. und Abwischen absolut sicher und schnell gereinigt werden können.

Es ist mittels dieses Speculums dem Arzte Gelegenheit gegeben, immer eine Hand zu Touchierungszwecken, Operationen, Eingriffen,



Abb. 147. Speculum.

manuellen Untersuchungen u. s. w. frei zu haben und ist man niemals vom Licht des Stirnspiegels abhängig, selbst bei dem unruhigsten Verhalten des Kranken (spez. Kinder); gerade bei schwer bettlägerigen Patienten, bei denen sonst die genaue Untersuchung der Mundorgane ungemein erschwert ist, genügt dieser Spatel allen gestellten Anforderungen. Der gründlichen, sehr leichten Desinfektion des Spatels mit Seife und Antiseptics steht nichts im Wege; in einem Taschenmesser-Etui wird das Speculum (ca. 35 g) in der Tasche getragen.

Zur Untersuchung und Behandlung in der Urethroskopie,

Vaginoskopie, Ösophagoskopie, Rektoskopie, der Otoskopie, Rhinoskopie u. s. w. dienen Apparate wie Abb. 148. Dieselben erhalten eine für den Zweck entsprechende Tube. Das Instrument hat folgende Zusammensetzung, wie dies leicht aus Abb. 148 erkennbar ist. An einem abschraubbaren Griff ist ein kreuzförmiges Röhrenstück angesetzt; dasselbe nimmt in seinem Querteile den Lampenträger mit der kleinen Glühlampe auf. Der Lampenträger wird, wenn er in das Querstück eingeführt ist, durch eine seitlich

bewegte Feder, welche gleichzeitig zur Weiterleitung des Stromes dient, gehalten. Die zweite Leitung wird ebenfalls durch eine Feder gebildet und ist für die Herstellung von dauerndem oder momentanem Kontakte einge-



Abb. 148. Cystoskop.

richtet. Vorn am Querteil ist eine Sammellinse angebracht, worüber das den verstellbaren Reflektor tragende Rohr geschoben wird. Am Oberteil des kreuzförmigen Röhrenstückes ist der Tubenträger aufzusetzen, welcher einen mit Konus versehenen isolierten Ansatz aufnimmt. Nach Abnahme des Tubenträgers und der Spiegelhülse ist der Apparat auch als einfache Handlampe zu benutzen.

Die Möglichkeit, cystoskopische Bilder zu photographieren, ist durch eine größere Anzahl von Instrumenten geschaffen worden, jedoch war bei den bisherigen Modellen die Schwierigkeit nicht überwunden, daß die Aufnahme erst dann erfolgen konnte, wenn an Stelle des Auges eine photographische Kamera gebracht wurde,

wodurch die Kontrolle verloren ging, ob im Augenblick der Aufnahme auch tatsächlich das zu photographierende Objekt noch im Bildwinkel lag. Oft genügte eine kleine Bewegung, das Bild so zu



Abb. 149. Cystoskop für photographische Aufnahmen.



Abb. 149a. Cystoskop für Demonstrationszwecke.

verstellen, daß es entweder völlig aus dem Bildwinkel heraus, oder an den Rand des Bildes gerückt wurde.

Obenstehende Konstruktion, Abb. 149, ermöglicht es, eine photo-

graphische Aufnahme vorzunehmen, während das Bild durch den Untersuchenden gesehen wird. Die photographische Kamera „C“ besitzt bei „M“ einen Momentverschluß, der die lichtempfindliche Platte verschließt. Sobald durch das Okular „O“ hindurch das zu photographierende Bild eingestellt und beobachtet wird, kann durch einen leichten Druck auf den Knopf „M“ der Momentverschluß ausgelöst werden und die Aufnahme erfolgen, ohne daß der Untersuchende während dieser Zeit das Bild aus dem Auge verliert. Es ist dadurch die absolute Sicherheit gegeben, daß tatsächlich dasjenige photographiert worden ist, was beabsichtigt wurde, außerdem kann die Lichtstärke während der Aufnahme kontrolliert werden. Das in Abb. 149b dargestellte Schema zeigt das Prinzip, nach welchem die Apparate gearbeitet sind. Das Cystoskop „C“ ist mit

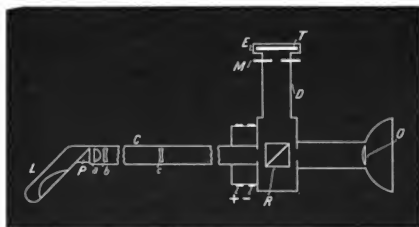


Abb. 149b. Schema zu Abb. 149.

den sonst gebräuchlichen Linsen a, b und c und dem Prisma „P“ versehen. Vor dem Okular „O“ befindet sich ein Doppelprisma „R“, dessen Winkel für die hier in Frage kommenden Verhältnisse passend gewählt ist. Das Doppelprisma ermöglicht es, ein Bild durch das Okular „O“ und das Prisma hindurch zu beobachten, während ein zweites Bild etwa rechtwinklig zur Achse entsteht, das durch die photographische Platte „T“ aufgenommen wird, nachdem der Momentverschluß „M“ geöffnet worden ist. Die Stromzuleitung zur Benutzung der Cystoskoplampe „L“ erfolgt von + und — aus.

Die Handhabung des Instrumentes ist der bei den einfachen Cystoskopen üblichen gleich. Das Photographiercystoskop erwies sich bei der Anwendung sehr brauchbar als Demonstrationcystoskop, indem ohne weitere Änderungen des Instrumentes, an Stelle der photographischen Kamera ein zweites Okular gebracht wird, Abb. 149a.

Der Untersuchende stellt das Bild von dem Okular „O“ aus ein, während ein zweiter Beobachter das Bild bei gleicher Lichtstärke von dem zweiten Okular aus betrachten kann. Es ist somit möglich, das Photographiercystoskop, Abb. 149, durch Entfernen der Kassette „C“ und Einsetzen eines Okulars, ohne weitere Justierungsarbeiten in ein Demonstrationscystoskop umzuwandeln.

Als besonderer Vorzug des Instrumentes für die Demonstration ist hervorzuheben, daß die Lichtstärke der Bilder an beiden Okularen die gleiche ist, ohne daß die Bildgröße an einer Seite verändert werden muß, so daß jedes Bild in gleicher Helligkeit und in gleicher Größe und gleicher Stellung wie im gewöhnlichen Cystoskop gesehen wird, was bei sonst bekannten Formen nicht der Fall ist. Der das Doppelokular tragende Kopf der Instrumente kann entfernt und durch ein einfaches Okular ersetzt werden, so daß sowohl das Demonstrations- wie auch das Photographiercystoskop als einfaches Cystoskop benutzt werden kann.

Der Apparat ist von W. A. Hirschmann, Berlin gebaut und dient hauptsächlich, wie der Name sagt, zur Untersuchung der Blase.

Zugleich lassen sich die Cystoskope auch mit einer Irrigatorvorrichtung herstellen. Die Tube erhält alsdann ein zweites Rohr, durch welches Wasser oder Medikamente eingeführt werden können, um sowohl eine Spülung der Organe vornehmen zu können oder auch um die zu beobachtende Stelle von undurchsichtigen Substanzen zu befreien. Die Konstruktion dieser Apparate ist im wesentlichen dieselbe, wie die der erwähnten.

Zum Zwecke der Reinigung können die Cystoskope entweder leicht auseinander genommen werden; oder aber die Verschlußvorrichtungen sind wasserdicht, so daß eine Zerstörung der Lampe durch Wasser oder Antiseptics vollständig ausgeschlossen ist.

Zur Einfettung der Cystoskope wird ein von W. A. Hirschmann in den Handel gebrachtes Mittel empfohlen, dessen Zusammensetzung in dem Lehrbuch der Urologie von Dr. Casper angegeben ist. Dasselbe ist leicht in Wasser löslich und verunreinigt nicht die Fläche des Prismas, so daß also die optischen Teile des Instruments nach der Einführung völlig klar bleiben. Statt des bisherigen Abwaschens nach der Benutzung mit Alkohol oder Einhängen in 5 proz. Karbolwasser wird in obengenanntem Lehrbuche empfohlen, die Instrumente mit drei, mit Seifenspiritus getränkten Tupfern, je 1 Minute nacheinander abzureiben und besonders auf die Kanten und Winkel am Prisma und an der Lampe zu achten.

Medizinisches Literaturverzeichnis über Endoskopie.

Bauer, Wilh. Die Bestrebungen nach Verbesserung der laryngologischen Untersuchungsmethoden mit Angabe eines neuen Laryngoskops. Inaug.-Diss.

Ebstein, Ludwig. Über Ösophagoskopie und ihre therapeutische Verwendbarkeit. Wiener klinische Wochenschrift Nr. 6, 1898.

Einhorn. Über die Durchleuchtung des Magens. Referat in der Wiener med. Presse Nr. 50, 1889.

Fenwick. Der Einfluß der elektrischen Beleuchtung der Blase auf die Erkennung und Behandlung der Erkrankung des uropoëtischen Systems. Referat: Deutsche med. Zeitung Nr. 84, 1891.

Gottstein. Die Durchleuchtung des Kehlkopfes. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 41, 1889.

Görl. Ein neues Urethroskop. Münchner med. Wochenschrift Nr. 10. S. 212. 1895.

Kolischer. Über Cystoskopie. Verhandlungen ärztlicher Gesellschaften und Kongreßberichte. Wiener klin. Wochenschrift Nr. 44. S. 975. 1897.

Meltzing, C. A. Die Kontrolle der Magendurchleuchtung mittels der Magensonde. Rostock, Archiv für Verdauungskrankheiten.

Nitze, Max. Über cystoskopische Diagnostik chirurgischer Nierenerkrankungen mit besonderer Berücksichtigung des Harnleiterkatheterismus. Berliner klin. Wochenschrift Nr. 17. S. 371. 1895.

Nitze, Max. Der cystoskopische Evakuationskatheter. Zentralblatt für die Krankheiten der Harn- und Sexualorgane. VIII. 7. Ref.: Deutsche Medizinal-Zeitung Nr. 99, 13. 12. 97.

Nitze, Max. Handbuch der Cystoskopie. Wiesbaden 1899.

Oppler, Bruno. Die Magendurchleuchtung. Internationale Photograph. Monatschrift. Heft 1, Bd. V, 1898.

Saxtorph, Sylvester. Einige Bemerkungen über Uretherkatheterismus nebst Vorzeigen eines neuen Cystoskops. (Nogle Bemærkninger om Ureterkatheterisation med Forevisning af et nyt Cystoskop.) Vortrag gehalten in der Kopenhagener medizinischen Gesellschaft den 1. März 1898. Monatsberichte über die Gesamtleistungen auf dem Gebiete der Harn- und Sexualorgane. S. 243. 1900.

Schlifka, M. Ein neues Cystoskop zum Katheterismus der Urethren, Monatsberichte über die Gesamtleistungen auf dem Gebiete der Harn- und Sexualorgane. S. 38. 1900.

Turner, Logan. Über die Durchleuchtung der Nasennebenhöhlen mit Bemerkungen über die chirurgische Anatomie der Stirnhöhlen. (On the illumination of the air sinuses of the skull, with some observations upon the surgical anatomy of the frontal sinuses.) Monatsschr. f. Ohrenheilk. Nr. 1. S. 41. 1900.

Wertheim. Wichtigkeit der Cystoskopie für die Diagnose der Erkrankungen der Niere. Zentralbl. f. Gynäkologie Nr. 50. 1898.

Wossidlo, Dr. H. R. Über die Bedeutung der Cystoskopie für die Diagnose und Therapie der Krankheiten der Harnorgane. Die ärztliche Praxis Nr. 2. S. 17. 1898.

IX. Apparate zur Behandlung.

1. Mit elektrischem Strom.

a) Gleichstrom.

Galvanisation.

Die Galvanisation ist von allen Arten elektrischer Krankheitsbehandlungen die weitverbreitetste. Es liegt dies wohl hauptsächlich in der Genauigkeit der Einstellung der Stärke (Dosierung) und so- dann in ihrer stets gleichbleibenden Charaktereigenschaft bei größeren oder kleineren Stromstärken und Spannungen. Dabei ist die Handhabung der Apparate äußerst einfach. Die Erweiterung der Galvanisation ist in der Medizin bekannt unter dem Namen hydro- elektrische Bäder, Elektrolyse und Kataphorese.

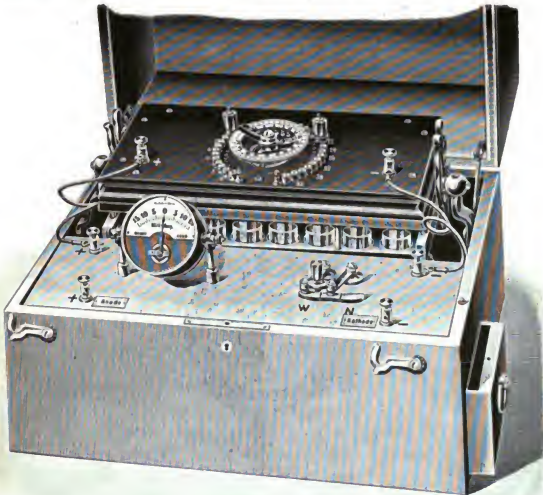
Bei den eben erwähnten Anwendungen wird dem Körper des Patienten zwecks Galvanisation ein konstanter elektrischer Strom mit Hilfe von Metallstäben oder Platten (Elektroden) zuge- führt. Dabei ist zu beachten, daß die Elektroden mit schwach an- gesäuertem Wasser angefeuchtet werden, um einen besseren Strom- durchgang zu erzielen. Es ist deshalb notwendig, die Elektroden nach dem Gebrauch sorgfältig zu trocknen und beim Ankauf darauf zu sehen, daß die Ausführung vorzüglich ist.

Die aufzuwendende Stromstärke richtet sich nicht nur nach der Art der zu behandelnden Krankheit, sondern hängt auch von der Größe der Elektroden-Oberfläche ab. Je größer nämlich letztere bei einer gleichbleibenden Stromstärke ist, um so geringer ist die Dichte des Stromes auf einen bestimmten Teil (Einheit = 1 qcm) der Oberfläche, also auch die Wirkung auf den zu be- handelnden Körperteil. Die Steigerung der Stromstärke ruft bei dem Patienten ein geringes Schmerzgefühl hervor, während eine plötzliche Umkehrung der Stromrichtung (Voltasche Alternative) für den zu Behandelnden ziemlich unbehaglich ist.

Die Stromquelle für kleinere Apparate, wie sie im Unter- suchungszimmer eines jeden Arztes zu finden sind, ist eine Batterie von Leclanché-Chromsäure oder Trocken-Elementen. Die Anforde- rungen, die man an eine gute, brauchbare Batterie stellt, sind längere Lebensdauer und geringes Gewicht. Sodann kommt beim Spezialarzte noch nach der Art der Anwendung die Größe der Batterie in Betracht. So eignen sich z. B. in der Gynäkologie (Frauenkrankheiten) nur große konstante Stromquellen, während für

elektrolytische Operationen, wie Epilation, 5—6 Elemente vollständig genügen.

Abb. 150 zeigt einen Apparat der Firma Reiniger, Gebbert und Schall in Erlangen mit Chromsäure-Tauchelementen. Die Vorzüge dieser Elemente sind große elektromotorische Kraft und kein Materialverbrauch bei Nichtbenutzung, dagegen ist aber der Ver-



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 150. Galvanisationsapparat mit Tauchbatterie.

brauch an Zink und Säure während der Applikation größer, als bei anderen Elementarten. Das Eintauchen der Zinkzylinder in die Säure geschieht ganz automatisch erst dann, wenn der Verschlußdeckel des Apparates vollständig geöffnet ist. Jedoch lassen sich die Zinkzylinder auch in dieser Stellung durch einen Griff aus der Säure entfernen. Der Anschluß der Elektroden geschieht an den mit Anode und Kathode bezeichneten Klemmen.

Zur ganz genauen Dosierung ist auf der hinteren Platte ein Doppelkollektor angeordnet. Mit Hilfe desselben ist es möglich, nicht nur sämtliche Elemente nach und nach einzuschalten, sondern auch irgend einen Teil der Batterie. Es hat dies den Vorteil, daß man alle Elemente gleichmäßig belasten kann, während bei einem einfachen Kollektor die ersten Elemente einer großen Abnutzung unterworfen sind und die letzten noch sehr wenig in den Stromkreis eingeschaltet wurden. Die schematische Anordnung eines Doppelschalters zeigt Abb. 151. Hierbei drehen sich zwei voneinander isolierte Kurbeln um eine gemeinsame Achse, und von

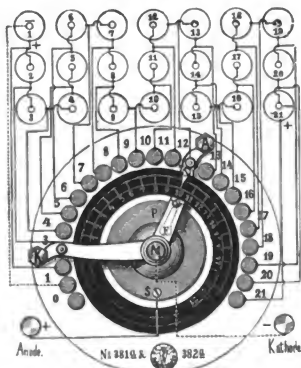


Abb. 151. Doppelschalter.

dem Zink des ersten Elementes führt der Draht nicht mehr zu einer Klemme, sondern zu einem Kontaktknopfe O. Die eine der Kurbeln ist mit dem positiven, die andere mit dem negativen Pole verbunden. Mit Hilfe dieser beiden Kurbeln ist nun die Möglichkeit geboten, jede beliebige Gruppe von Elementen einzuschalten. Ein Index, der an der einen Kurbel befestigt ist, gleitet über einen Teilkreis hin, der an der andern Kurbel angebracht ist und zeigt somit die Anzahl der eingeschalteten Elemente an. Des ferneren kann jedes beliebige Element leicht mit dem Galvanometer verbunden werden, und ermöglicht dadurch eine gute Kontrolle über

die ganze Batterie, so daß ein erschöpftes oder beschädigtes Element leicht ausgeschaltet und durch ein neues ersetzt werden kann.

Vorn links zeigt Abb. 150 ein Galvanometer, dessen Teilung in Milliampère vorgenommen ist. Seitlich hiervon ist eine Doppelkurbel angebracht, die den Zweck hat, den Strom zu schließen, zu unterbrechen oder umzukehren.

In Abb. 152 ist ein solcher Stromwender schematisch dargestellt. Der negative Pol der Batterie ist mit W und N verbunden, der positive mit der mittleren Lamelle. Solange die Kurbeln auf N (normal) und der mittleren Lamelle ruhen, ist die Klemme + mit dem positiven, die Klemme — mit dem negativen Pole der Batterie verbunden. Werden die Kurbeln auf W und N gestellt, so sind beide mit dem negativen Pole verbunden, der Strom ist also unterbrochen. Schiebt man die Kurbeln weiter nach links, so daß dieselben auf der mittleren Lamelle und W stehen, so ist der Strom gewendet und Klemme + mit dem negativen, Klemme — mit dem positiven Pole verbunden. Zu erwähnen ist hier noch eine Anordnung nach Brenner, wodurch bloße Kathoden- und Anodenzuckungen hervorgerufen werden können.

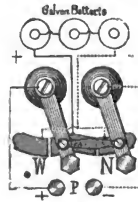


Abb. 152. Stromwender.

Das Hantieren mit Säuren oder andern scharfen Chemikalien gebietet die größte Vorsicht im Gebrauche. Um dies zu umgehen, wendet man Leclanché-Batterien an. Eine von obengenannter Firma hergestellte Batterie ist in Abb. 153 dargestellt. Die Handhabung dieser Apparate ist insofern bequem, als die Zinkzylinder der Elemente stets in der Flüssigkeit eingetaucht bleiben. Allerdings muß die Dimension der Elemente etwas größer gewählt werden, damit dieselben konstant bleiben.

Neben den schon erwähnten Hilfsapparaten bei Abb. 150 sind hier noch einzelne nennenswerte Einrichtungen angebracht. Es ist dies eine zweite Doppelkurbel, die mit G und F bezeichnet ist und die den Namen Stromwechsler oder Stromkombinator führt. Dieselbe findet Anwendung bei kombinierten Batterien, wo neben einem konstanten Strom auch ein Induktionsstrom (links auf Abb. Faradisation) vorgesehen ist, dessen Konstruktion weiter unten beschrieben werden soll. Äußerlich ähnelt dieser Stromwechsler dem in Abb. 152 beschriebenen Stromschließer. Zeigen die Kurbeln nach G, so ist der galvanische Strom eingeschaltet, Abb. 154, während der fara-

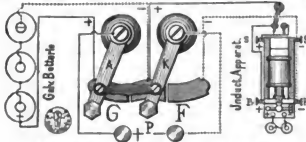
dische Strom mit den Klemmen verbunden ist, sobald die Kurbeln auf F stehen. Die Mittelstellung bringt eine Kombination von beiden Stromarten, die bei gewissen Krankheitsfällen gute Dienste leistet. Abb. 150 zeigt außer den bereits beschriebenen Apparaten weiterhin (rechts) einen zweiten Kurbelmechanismus, den Metallrheostaten.



Abb. 153. Tragbare Einrichtung für Galvanisation und Faradisation.

Es wird oft erwünscht sein, den Strom schleichend zu erhöhen, d. h. dem Patienten allmählich mehr Strom zuzuführen, ohne daß derselbe die Verstärkung empfindet. Das Prinzip der Rheostaten besteht darin, daß zwischen dem zu applizierenden Körper und der Batterie große Widerstände eingeschaltet werden, die je nach Bedarf langsam entfernt werden können. Die Anordnung ist derart getroffen, daß je zwei der im Kreise angeordneten Kontaktknöpfe

durch mehr oder minder lange Stücke Rheotandraht, ein Draht dessen Ohmscher Widerstand sehr hoch ist, verbunden sind. Der Strom, der bei dem ersten Kontaktknopfe eintritt, muß nacheinander



REINIGER, GEBBERT & SCHALL, ERLANGEN.

Abb. 154. Stromwechsler.

alle Verbindungen der Kontaktknöpfe passieren, bis er an den Knopf kommt, auf welchem die Kurbel steht, von der er dann fortgeleitet wird.



Abb. 155. Kleiner Galvanisierapparat.

Eine Kombination verschieden unterteilter Kurbel-Rheostaten von 10 zu 10 Ohm und von 100 zu 100 Ohm bezweckt erstens eine langsame Stromerhöhung, ferner aber auch die Einschaltung großer Widerstände. Die beschriebenen Metall-Rheostaten eignen sich vorzüglich für größere Batterien und zu Meßzwecken; für kleinere dagegen, die auch dem Patienten in die Hand gegeben

Zacharias und Müsch, Elektromedizinische Apparate.

werden können, sind dieselben weniger vorteilhaft. Zunächst wegen des größeren Kostenaufwandes, sodann aber auch aus Gründen der schwierigeren Handhabung. Für solche Apparate eignet sich dann ein Graphit-Rheostat. Derselbe besteht im wesentlichen aus zwei parallelen Graphitstiften zwischen denen ein Schleifkontakt federnd bewegt werden kann. Durch Verschiebung des Kontakts wird ein größerer oder kleinerer Teil der Graphitstifte eingeschaltet.

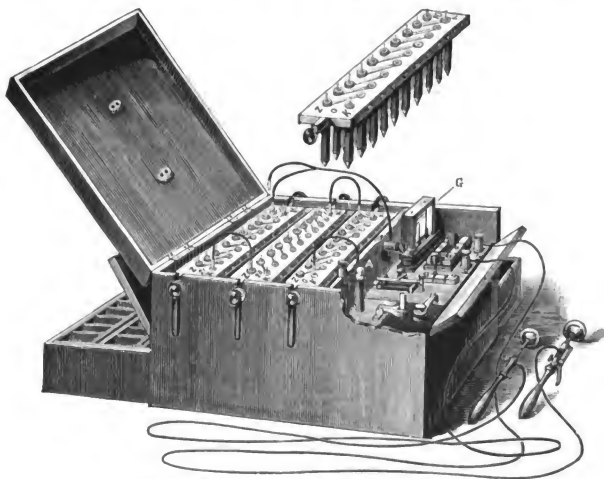


Abb. 156. Galvanisierapparat mit Flüssigkeitswiderstand.

Zu erwähnen ist an dieser Stelle noch eine dritte Anordnung der Rheostaten, ein Flüssigkeits-Rheostat. Bei demselben wird die Flüssigkeitssäule einer schlechtleitenden Substanz vergrößert oder verkleinert.

In Abb. 155 und 156 sind zwei Apparate der Elektrizitäts-Gesellschaft Sanitas, Berlin dargestellt. Der erstere ist mehr für den Gebrauch des Patienten bestimmt, während der zweite, (eine größere Anordnung von 30 Spamer Tauchelementen), sich schon für starke Beanspruchung in der Praxis eines Arztes eignen dürfte. Hierbei

können immer zehn Elemente eingetaucht werden, was bei der kleinen kompendiösen Ausführung der Elemente von großer Wichtigkeit ist. Im übrigen sind die Hilfsapparate im Prinzip ähnlich wie die der erst beschriebenen Apparate.

Nachstehend einige Tabellen über die Stärke der in Betracht kommenden Elemente.

Transportable konstante Tauchbatterien.

Zahl der Elemente	Ungefähre Leistung in Milli-Ampère bei einem Körperwiderstand von			
	100 Ohm	500 Ohm	1000 Ohm	5000 Ohm
10	75 M.-A.	30 M.-A.	15 M.-A.	2 M.-A.
15	110 "	45 "	20 "	4 "
24	140 "	75 "	35 "	7 "
32	160 "	85 "	50 "	10 "
40	180 "	100 "	60 "	12 "
48	200 "	125 "	75 "	15 "

Konstante Leclanché Batterien nach Dr. Jourdan.

Type $12 \times 4 \times 4$ cm, Kubikinhalt an Erregungsflüssigkeit 80 ccm.

Zahl der Elemente	Ungefähre Leistung in Milli-Ampère bei einem Körperwiderstand von			
	100 Ohm	500 Ohm	1000 Ohm	5000 Ohm
21	140 M.-A.	40 M.-A.	17 M.-A.	5 M.-A.
30	175 "	60 "	28 "	6,5 "
40	200 "	70 "	36 "	8 "
50	250 "	80 "	45 "	10 "

Type $15 \times 5 \times 5$ cm, Kubikinhalt an Erregungsflüssigkeit 130 ccm.

Zahl der Elemente	Ungefähre Leistung in Milli-Ampère bei einem Körperwiderstand von			
	100 Ohm	500 Ohm	1000 Ohm	5000 Ohm
21	160 M.-A.	55 M.-A.	26,5 M.-A.	5,5 M.-A.
30	215 "	75 "	38 "	8 "
40	250 "	90 "	50 "	11 "
50	285 "	105 "	65 "	14 "

Type $20 \times 9 \times 9$ cm, Kubikinhalt an Erregungsflüssigkeit 720 ccm.

Zahl der Elemente	Ungefähre Leistung in Milli-Ampère bei einem Körperwiderstand von						
	100 Ohm	250 Ohm	400 Ohm	500 Ohm	1000 Ohm	3000 Ohm	5000 Ohm
21	250 M.-A.	120 M.-A.	80 M.-A.	65 M.-A.	30 M.-A.	13 M.-A.	8 M.-A.
30	320 "	150 "	100 "	80 "	40 "	14,5 "	9 "
40	400 "	180 "	120 "	100 "	60 "	17,5 "	11 "
50	480 "	210 "	140 "	115 "	80 "	20,5 "	13 "

Handelt es sich darum, große Strommengen oft zu benutzen, so wird es gut sein, größere stationäre Apparate zu wählen. Eine (von W. A. Hirschmann, Berlin) Ausführungsform eines stationären Appa-



Abb. 157. Stationärer Galvanisierapparat.

rates zeigt Abb. 157. Da es sich als vorteilhaft herausgestellt hat, die Batterie in allernächster Nähe zu haben und zu überwachen, des weiteren aber auch viele Leitungsschnüre bei getrennt stehender Batterie nur unangenehm sein können, so ist man allgemein auf

diese Form gekommen und ändert man dieselbe nur da, wo die Aufstellung einer Batterie im Behandlungszimmer unauffällig möglich ist. Zudem ist das äußere Ansehen der Apparate ein so tadelloses, daß dieselben als Zierde eines Zimmers gelten können.

Die technische Einrichtung ist fast die gleiche wie bei den transportablen Apparaten.

Bisher wurden nur diejenigen Apparate beschrieben, die eine eigene Batterie haben. Es drängt sich nun die Frage auf, ob es denn nicht möglich ist, einen Gleichstrom aus den zur Zeit wohl in allen Städten vorhandenen Elektrizitätswerken zu benutzen. Darüber hat schon Dr. Bröse im Jahre 1890, Nr. 41 der Berl. klin. Woch. eingehende Versuche veröffentlicht und ist zu dem Resultate gekommen, daß die Verwendbarkeit dieses Stromes für medizinische Zwecke zulässig, und daß derselbe ein gleichwertiger Ersatz für galvanische Batterien ist.

Fast allgemein liefern die zur Zeit in Betrieb befindlichen Zentralen einen Gleichstrom von 110 bzw. 220 Volt. Die erstere Spannung entspricht ungefähr der Spannung einer Batterie von ca. 60 Elementen, so daß es ganz unbedenklich ist, diesen Strom direkt zu benutzen. Der Strom von 220 Volt Spannung muß natürlich auf eine zulässige Spannung vermindert werden, und zwar geschieht dies mit Hilfe von Vorschaltwiderständen.

Die Anschlußapparate an ein Leitungsnetz können so eingerichtet werden, daß sie nur eine ganz bestimmte Stromstärke abgeben. Es ist natürlicherweise für den Arzt von der größten Wichtigkeit zu wissen, wieviel Strom im günstigsten Falle der Apparat liefern kann. Bei dem Anschluß an ein Leitungsnetz nimmt man nun an, daß die höchste Stromstärke ca. 300 Milli-Ampère betragen darf. Es ergibt sich dann sofort die Größe des Vorschaltwiderstandes von 367 Ohm für 110 Volt und 725 Ohm bei 220 Volt. Nachdem der Strom diesen Sicherheitsapparat passiert hat, braucht derselbe nur noch durch Regulierwiderstände, Rheostaten u. s. w. in der vorbeschriebenen Weise bemessen werden.

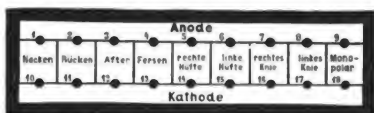
Hydroelektrische Bäder können zum größten Teil mit den gleichen Apparaten bedient werden, wie sie für die Galvanisation beschrieben wurden. Das Anwendungsgebiet der hydroelektrischen Bäder ist ziemlich groß. Die Heilwirkung ist wohl fast dieselbe wie bei der Galvanisation. Der Vorteil der elektrischen Bäder liegt in dem Umstand, die Applikation schneller zu beenden und zwar durch die Verringerung des Körperwiderstandes beim Baden,

sodann in der Möglichkeit größere Stromstärken dem Körper zuzuführen zu können.

Die Anordnung der Elektroden ist im Prinzip zweifach als monopolares und bipolares Bad.

Das monopolare Bad erhält nur einen Pol der Stromquelle, während der andere Pol von dem Patienten in beiden Händen gehalten wird. Damit eine von allen Seiten gleichmäßige Stromzuführung erreicht wird, kann der erste Pol in mehrere Teile zerlegt und am Umfange des Bades verteilt werden.

Das bipolare Bad ist zum Unterschiede hiervon vollständig unabhängig vom Patienten, indem beide Pole ins Bad tauchen. Auch hierbei ist eine Teilung der Pole sehr zu empfehlen. Für den Patienten selbst ist das bipolare Bad bedeutend angenehmer, weil hier nicht wie beim monopolairen Bade große Stromdichten an den Handelektroden auftreten.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 158. Badeumschalter.

Da es oft empfehlenswert ist, dem Badewasser irgend welche Medikamente zuzugeben, die dann durch die sogenannte kataphorische Wirkung des elektrischen Stromes in den Körper des zu Behandelnden eingeführt werden, so kann es leicht vorkommen, daß große Stromverluste stattfinden. Es kann nämlich die Zusammensetzung des Wassers eine derart günstige sein, daß der Widerstand des Körpers eines Patienten gegen die Leitungsfähigkeit des Wassers sehr groß ist, infolgedessen der Strom nur durch das Wasser geht. Wenn auch nicht verhindern, so doch vermindern läßt sich in solchen Fällen der Verlust an Strom durch das Zwei- bzw. Vierzellenbad. Hierbei wird der Raum des Bades durch eine Zwischenwand, die sich eng an den Körper des Patienten anschließt, in zwei bzw. vier Kammern geteilt. Durch diese Anordnung wird der Strom gezwungen, den kleinen Raum zwischen der eingesetzten Wand und dem Körper zu passieren.

Um die Kombinationen leicht zu erreichen, dient ein Badeumschalter nach Abb. 158. Derselbe besteht aus zwei Längslamellen,



Abb. 159. Hydroelektrisches Bad.

zwischen denen eine Anzahl Segmente so angeordnet ist, daß dieselben durch Stöpselung nach Belieben mit den Lamellen in Kontakt gebracht werden können. Die Lamellen sind mit den beiden Polen der Stromquelle verbunden, während die Segmente Anschluß an die Leitungen der Elektroden haben. Der Bedienende hat es in der Hand, jeden beliebigen Stromweg zu wählen. So ist es möglich, den Strom an der rechten Hüfte eintreten und an der linken austreten zu lassen oder einen Stromlauf von dem Rücken nach den Fußsohlen zu haben. Man ordnet den Umschalter so an, daß derselbe leicht bedient werden kann und nicht zu viele lange Leitungen gezogen werden brauchen. Das ist in nächster Nähe der Wanne.

Es stellt Abb. 159 eine vollständige Badeeinrichtung für hydroelektrische Bäder vor, wie sie von Reiniger, Gebbert und Schall in Erlangen gebaut werden.

Neben diesen Vollbädern finden Teilbäder eine große Anwendung, so Fuß-, Hand-, Sitz-, Beinbäder u. dergl., die in der Konstruktion ziemlich einfach sind und deren genauere Erklärung sich erübrigt. Eine der interessantesten Konstruktionen ist ein von Dr. Gräupner in der Deutschen med. Wochenschrift, Nr. 47 vom 19. XI. 01 angegebenes Kopfbad. Dasselbe besteht aus einem Gummihut ohne Deckel. Die Abdichtung am Kopfe geschieht pneumatisch in der Weise, daß ein am unteren Rande des Bades befindlicher Gummischlauch mit Luft gefüllt wird, worauf sich der weiche Gummimantel gegen den Schädel preßt. Der Hut wird alsdann mit Wasser gefüllt, so daß die Schädeloberfläche und die im Gummimantel eingelassenen Elektroden bedeckt sind.

Elektrische Wasserduschen werden in der Weise eingerichtet, daß man ein Wasserreservoir isoliert und erhöht aufstellt und mit der Dusche verbindet. In das Reservoir hängt man eine größere Metallplatte, die an den einen Pol der Batterie angeschlossen ist. Der andere Pol wird dem Patienten entweder durch Elektroden angelegt oder wenn die Wanne mit Wasser gefüllt ist, mit den Polplatten verbunden. Es ist darauf zu achten, daß die Dusche möglichst niedrig angebracht wird, weil sonst der Wasserstrahl zerreißt, bevor er den Patient erreicht hat. Der Strom wäre also unterbrochen. Um die Leitfähigkeit zu erhöhen, empfiehlt es sich das Wasser des Reservoirs schwach anzusäuern oder eine Salzlösung zu verwenden.

Medizinische Literaturstellen über elektrolytische Bäder.

Bernhardt, Prof. M. Über die Methoden der allgemeinen Elektrisation. Deutsche med. Wochenschrift Bd. 9, Nr. 19, S. 286, 1883.

Chapot-Duvert. Du l'emploi du bain électrique dans le tremblement, mercuriel et alcoolique. Bull. de Thérap. 1871, Juin 15.

v. Corval u. Wunderlich. Beobachtungen aus der ärztl. Praxis. Deutsche med. Wochenschrift 1884, Nr. 20, 21.

Courmelles, Foveau de. Les bains électriques en thérapeutique. La Médecine orientale 1895, p. 27.

Ehrmann, S. Die elektrische Kataphorese von Sublimat durch elektrische Bäder. Allgem. med. Zentral-Zeitg. 1890, S. 2262.

Eulenburg, A. Die hydro-elektrischen Bäder. Mit 12 Abbildungen und 2 Tafeln. gr. 8°. IV. und 102 S. Urban & Schwarzenberg, Wien, 1883. M. 3.—, elegant geb. M. 4.50.

Eulenburg, A. Über elektrische Bäder. Vortrag, gehalten in der 7. öffentlichen Versammlung der balneologischen Sektion der Gesellschaft für Heilkunde, Berlin, 15. März 1885. Separatabdruck der Deutschen Medizinalzeitung 1885, Nr. 44, Berlin.

Eulenburg, A. Untersuchungen über die Wirkung faradischer und galvanischer Bäder. Neurologisches Zentralblatt 1883, Nr. 6.

Gaertner u. Ehrmann. Über das elektrische Sublimatbad. Wiener klin. Wochenschrift II. 1890.

Gerlach, V. Untersuchungen mit dem elektrischen Vierzellenbade (System Dr. C. E. Schnee). Arbeiten aus dem Institut für Chemie und Hygiene von Prof. Meineke und Genossen. Wiesbaden 1900.

Gräupner. Eine Badewanne für die Schädeloberfläche, gleichzeitig brauchbar als Elektrode für allgemeine Faradisation und Galvanisation und für elektrische Behandlung des Haarbodens. Deutsche med. Wochenschrift 1896, Nr. 47, p. 765.

Holst, V. Zur Behandlung der Hysterie, Neurasthenie etc. (über elektrische Bäder). Stuttgart 1883.

Jones, L. Elektrische Fußbäder gegen Frostbeulen. The Lancet, 14. Januar 1899. Ref.: Berliner klinische Wochenschrift (Literatur-Beilage) 1899, p. 35.

Ishewsky. Elektrische Bäder. Wratsch. 1882. Refer. im Zentralblatt für Nervenheilkunde Nr. 6, 1882.

Knauer, G. Zur Behandlung chronischer Ekzeme mit dem elektrischen Vierzellenbad. Arbeiten aus dem Institut für Chemie und Hygiene von Prof. Meineke und Genossen. Wiesbaden 1900.

Kronfeld (Wien). Über Syphilisbehandlung mittels des elektrischen Zweizellenbades. Deutsche Medizinal-Zeitung 1892, Nr. 8, p. 669.

Lehr, G. Die hydro-elektrischen Bäder, ihre physiologische und therapeutische Wirkung. Mit Holzschnitten. 8°. J. F. Bergmann, Wiesbaden 1885. Br. M. 2.70.

Lehr, G. Die Harnstoffausscheidung nach monopolarer und bipolarer faradischen Bädern. Archiv für Psych. XX, 1889, S. 433.

Moglie. Il bagno idroelettrico ed i disturbi di gravidanza. Gazzetta Medica Lombarda 1900, p. 44.

Montoya, F. Die Anwendungen des elektrischen Bades zur Behandlung der Blutungen post partum. *La Semaine médicale* 1893, Nr. 33. Ref.: *Ärztliche Rundschau* 1893, Nr. 26, p. 412.

Paul, Constant. Du traitement du tremblement etc. par les bains galvaniques. *Bull. génér. de thérap.* 1880, Sept. 15.

Peltzer. Vergleichende Untersuchungen über das Zweizellenbad. *Therapeutische Monatsschrift* 1893, p. 127.

Reich, O. Das neue, freie hydro-elektrische See-, Fluß- oder Bassinbad. 16 S. Mit Abbildungen. gr. 8°. C. Manz, London 1889.

Rosenbaum, G. Über hydro-elektrische Bäder. *Deutsche Medizinalzeitung* 1898, Nr. 8.

Roßbach, Dr. M. F. Lehrbuch der physikal. Heilmethoden. Berlin, A. Hirschwald 1882, S. 391.

Schreiber, S. H. Ein Fall von Spondylitis und Pachymeningitis cervicalis, geheilt durch elektrische Bäder. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 1891, Nr. 13, p. 554.

Schweig, George M. The electrical bath, its medical uses, effects and appliances. New York 1877.

Schweig, George M. On some of uses of galvanic and faradic baths. *New York med. Rec.* 1874, Dec. 15.

Seeligmüller. Zur Technik des elektrischen Bades. *Zentralblatt für Nervenheilkunde* etc. 1881, Nr. 12.

Séró. Sur une baignoire munie d'un appareil électrique. *Comptes rend.* LXII, p. 453, 1866.

Stevenson. The electric bath. *Lancet* I, April 1891.

Stein, T. Die allgemeine Elektrisation des menschlichen Körpers.

Stein, T. Die Stromverhältnisse im elektrischen Bade. *Zeitschrift für klin. Med.* X. 5. 6. 1886.

Stein, T. Über die Fortschritte der Technik in der Applikation der elektr. Bäder. *Allgemeine Zeitschrift für Psych.* XLII. 4. 1886.

Trautwein, J. Einiges über die elektrische Dusche etc. *Zeitschrift für klin. Med.* VIII, S. 279, 1884.

Trautwein, J. Über die Stromverteilung im menschlichen Körper bei Anwendung des elektrischen Bades. *Berliner klin. Wochenschrift* 37, 1884.

Weisflog, Dr. G. Die beginnende chronische Lungenschwindsucht und ihre Heilung auf hydro-elektrischem Wege. *Zürich* 1879, sowie im *D. Archiv für klin. Medizin.* Bd. XVIII. 4. und 5. 1876.

Weisflog, Dr. G. Elektrische Bäder ohne Einschluß des Badenden in den Kreis der Kette. *Korresp.-Blatt für Schweizer Ärzte* 1877, Nr. 14.

Wissensky. Isolierung der Elektrizitätsmenge bei der Anwendung der bipolaren hydro-elektrischen Bäder, *Deutsches Archiv für klin. Medizin.* XLIX. 1. S. 60. 1891.

Elektroden zur Galvanisation, Elektrolyse u. s. w.

Es kann hier nicht der Platz sein alle diejenigen Formen der Elektroden darzutun, die dazu erfunden wurden, eine schnellere, sichere Applizierung des Körperteiles durch Galvanisation oder

Elektrolyse zu erreichen. An Hand einiger wesentlicher Ausführungsformen sollen deshalb die allgemeinen Gesichtspunkte behandelt werden, von denen aus die einzelnen Formen abhängig sein könnten. Um in der Anschaffung größere Summen zu sparen, sehe man darauf, daß alle Elektroden auf einen Elektrodenhalter passen. Zu diesem Zwecke sollen die Elektroden das gleiche Gewinde haben wie der Elektrodenhalter, damit eine Auswechslung schnell und sicher vor sich gehen kann. Naturgemäß richtet sich die Ausführung und Größe der einzelnen Elektrodenhalter, nach der Art ihrer Verwendbarkeit. Die hauptsächlichsten Ausführungsformen sind:



Abb. 160.

Platten, Bürsten, Walzenbürste, Pinsel, Schwammhülse. In Abb. 160 sind einige dieser Arten dargestellt. Die Elektrodenoberfläche richtet sich nach der anzuwendenden Stromdichte.

Zum Schlusse dieses Kapitels sei noch die chemische Wirkung des Stromes, die Elektrolyse, erwähnt. Bei dieser Anwendung, die genau so stattfindet wie die Galvanisation, kommt es darauf an, durch Säurebildung an dem positiven und durch Basenbildung am negativen Pole einesteils eventuell eine Koagulation des Gewebes (Blutstillung) hervorzurufen, anderseits Zerstörungen oder Verflüssigungen der Gewebe zu erzielen.

Während es sich bei der allgemeinen Galvanisation darum

handelt Effekte auf großen Flächen zu erzielen, verwendet man bei dem Spezialgebiete, der Elektrolyse den Strom zur engeren Behandlung kleinerer Körperpartien, weshalb auch dementsprechend die Elektroden konstruiert werden. Als solche kommen hauptsächlich in Frage die Spitzenelektrode und die Punktirnadel.

Medizinische Literatur über Elektrolyse.

Adler, Dr. Hans. Über die elektrolytische Behandlung von Hornhauttrübungen. Comptes-rendus du XII Congrès international de médecine, Moskau 1897.

Apostoli, G. Travaux d'électrothérapie. Gynécologie. Archives semestrielles fondées et publiées par la Société d'éditions scientifiques, 4 Rue Antoine-Dubois, Paris, seit 1894. Abonnement M. 12.—

Baratoux, J. De l'électrolyse ou de la galvanocaustique chimique de la trompe d'Eustache. 1884. M. —.70.

Bardet, G. Untersuchung über Elektrolyse und über die Bewegung von Medikamenten durch den Körper mittels des elektrischen Stromes. Bull. gén. de Thérap. CIX 1885. S. 405.

Bayer, P., Brüssel. Ozaena, ihre Behandlung mit Elektrolyse. Revue hebdomadaire de laryngologie etc. 1896. Nr. 22. Ref.: Therapeutische Monatshefte 1897. p. 121.

Benedict. Die Elektrotherapie der Gebärmutterkrankheiten. Berl. kl. W. 1888/80.

Bernard. Contrib. à l'étude du trait. du varicocèle. Thèse de Paris 1880.

Biedert. Über Galvanopunktur d. Prostata. D. M. Woch. 1888/21.

Bigelow, H. R. Gynaecological electro-therapeutics, with an introduction by G. Apostoli. Illust., 8°. H. K. Lewis, London 1890. 8 sh. 6 d. M. 8.50.

Bigelow, H. R. Elektrotherapie bei Frauenkrankheiten mit einer Einleitung von D. G. Apostoli. Deutsche autorisierte Ausgabe von Dr. Robert Asch. Preuß & Jünger, Breslau 1890. M. 5.—.

Bock, A. Göttingen, Erfahrungen über Elektrolyse, speziell in der Nasenbehandlung. Berliner Klinische Wochenschrift 1899. Nr. 45. Ref.: Deutsche Medizinal-Zeitung 1899. Nr. 99. p. 1134.

Casper. Die Radikalbehandlung des Prostatahypertrophien und P-Tumoren durch Elektrolyse. Berl. Kl. Woche 1888.

Cheval. A propos de l'électrolyse cuprique dans l'ozène. Journal médicale de Bruxelles 1897. Nr. 33 u. 35.

Ciniselli. Über die Elektropunktur bei Aneurysmen (ital.) Annales universelles. 1870. B. 2/4.

Ciniselli. Sur le traitement de l'aorte par l'électropuncture. Bullet. général de Thérapie 1877 Août und Gazette des Hôpitaux. 78/44.

Cros, O. De l'électrolyse bipolaire appliquée au traitement de naevi materni. 1855. S. Lyon, imprimerie des Facultés. (Thèse.)

Cutter. Behandlung der Myome. D. M. W. 1890/40.

Débédât, A. Elektrolytische Behandlung d. Prostatahypertrophie. Deutsche Medizinal-Zeitung 1899. Nr. 61. p. 686.

Deutsch, E. Einiges über Harnröhrenstrikturen überhaupt und solche seltener Form. Monatsberichte über die Gesamtleistungen auf dem Gebiete der Harn- und Sexualkrankheiten. 1899. Nr. 5. p. 257.

Dowd, Ch., New-York. Zwei Angiome im Gesicht geheilt durch Elektrolyse. Archives of Pediatrics, Januar 1898. Ref.: Medizin der Gegenwart 1898. Nr. 3. p. 172.

Dreispuhl, E. Epitheliom der Zunge, erfolgreiche Behandlung durch Elektrolyse. Journal of laryngol. Bd. VII. Heft 2 und Zentralblatt für Chirurgie 1893. Nr. 19. Ref.: Internationale klinische Rundschau 1893. p. 878.

Dührsen. Gynäkologie. Verlag von S. Karger, Berlin.

Ehrmann, S. Über die Behandlung warziger Gebilde mittels Elektrolyse. Wiener med. Presse 1890. Nr. 9 u. 10.

Engelmann. Archiv f. Gynäk. XXXVI. C. Bl. f. Gynäk. 1889/25. Neun Fälle von Myomen u. s. w. D. M. W. 1890/27.

Le Fort. De la substitution de l'Électrolyse à la section produite par les instr. tranchants u. s. w. Bulletin de Thérapie 1888.

Fort, J. A. Nouveaux faits confirmant l'efficacité de l'électrolyse linéaire dans les rétrécissements de l'urèthre, procédé rapide et inoffensif. Paris 1888.

Fort, J. A. Traitement des rétrécissements de l'urèthre par l'électrolyse. Gaz des Hôp. 1888.

Gärtner u. Lustgarten. Über elektrolytische Flächenätzungen zur Behandlung des Lupus. Allg. Wien. M. Ztg. 1886. 27/28.

Gräupner. Über Elektrolyse u. Katalyse in Theorie und Praxis. Mit 52 Abbildungen.

Großkopf. Beschreibung eines Falles von einem Nasenrachenpolypen, behandelt und geheilt durch Elektrolyse. Therapeutische Monatshefte 1899, Dezember.

Großmann, L. Die Elektrolyse als Therapeutikum auf okulistischem Gebiete. Wiener Medizinische Presse 1891. Nr. 11. und ff.

Harvey, W. Traitement des rétrécissement de l'oesophage par l'électrolyse. Archives d'électricité médicale 1894. Nr. 21. p. 413. (Aus: The journal of electrotherapeutics. April 1894. p. 77.)

Hecht, H. Zur Ozaenafrage. Münchener Medizinische Wochenschrift 1898. Nr. 7. p. 198.

Hecht, H. Zur therapeutischen Verwertung der Elektrolyse in Nase und Nasenrachenraum. Archiv f. Laryngologie 1897. 6. Bd. II. Heft.

Jakobs. L'électro-hémostase. Revue de gynécologie Bd. 13. Heft 4.

Kafemann, R. Über elektrolytische Operationen in den oberen Luftwegen. Vortrag, 16 S. gr. 8°. Bergmann, Wiesbaden 1880. M. —.80.

Kafemann, R. Über die elektrolytische Behandlung des chronischen Rachenkatarrhs. D. Medizinalzeitung 1900.

Kafemann, R. Rhino-pharyngologische Operationslehre mit Einschluß der Elektrolyse. Karl Marhold, Halle a/S. 1900.

Keith, Th. und Skene. Electricity in the treatment of uterine tumors. 258 p. 8°. Simpkin, London 1889. 6 sh. 6 d. M. 6.50.

Klarfeld. Elektrolytische Zerstörung einer Stricture urethrae in der Pars pendula. Zentralblatt für die gesamte Therapie 1889. Nr. 10. Ref.: Deutsche Medizinal-Zeitung 1890. Nr. 22. p. 249.

Kleinwächter, L. Die Grundlinien der Gynäko-Elektrotherapie. (Wiener Klinik 1891, Heft 10 u. 11.) Urban & Schwarzenberg, Wien. Separat-Abdruck. gr. 8°. 66 S. M. 2.50.

Kömpel, Franz (New-York). Über Elektrotherapie in der Gynäkologie, speziell bei Uterusfibrom. Deutsche Medizin.-Zeitung 1900. Nr. 46. p. 536. (Aus: New-Yorker med. Monatsschr. XII/4.)

Korpak. Beiträge zur Elektrolyse J. D. Würzburg 1889.

Kuttner, A. Die Elektrolyse, ihre Wirkungsweise und ihre Verwendbarkeit bei soliden Geweben. Berliner Klin.-Wochenschrift 1889. Nr. 45—47.

Lafaye, J. M. P. Étude expérimentale du mode d'action de l'électrolyse dans le traitement des tumeurs érectiles. (Thèse).

Lang, Eduard. Elektrolytische Behandlung der Strikturen der Harnröhre und einiger Dermatosen. Klinische Zeit- und Streitfragen. Bd. V. 6/91. Ref.: Deutsche Medizinal-Zeitung 1891. Nr. 88. p. 999.

Lang, Eduard. Weitere Erfahrungen über elektrolytische Behandlung von Strikturen der Harnröhre. Wiener Medizinische Wochenschrift 1898. Nr. 42, 43 u. 44.

Lang, Eduard. Die therapeutische Verwertung der Elektrolyse, insbesondere bei Strikturen der Harnröhre. Wiener Klin. Wochenschr. 1897. Nr. 7. S. 165.

Larronde. Électrolyse linéaire au rétrécissement de l'urèthre et la blennorrhée.

Levisseur. Cutaneous Electrolysis. Medical Record, August 1900.

Lustgarten. Bemerkungen über Radical-Epilation mittels Elektrolyse. Wien. Med. W. 86/36.

Luzzenberger. L'ettrólisi nei residui morbosì delle fratture ossee, dei flemmioni e delle miositi e la cataforesi medicata nei processi gottosi. Giorn. intern. delle sc. med. 1898. Bd. 20.

Malgat. Du traitement des granulations conjonctivales, par l'électrolyse. Archiv d'électricité médicale 1894.

Marshal. Behandlung der Naldi mittelst der Elektrolyse — The Lancet. 12/I. 1889.

Massey. Électricity in the diseases of women, with special reference to the application of strong currents.

Michel. Über elektrolytische Behandlung der gefäßreichen fibrösen Nasenrachenpolypen. Monatsschrift für Ohrenheilkunde. XXI. 5. S. 116.

Michelsohn. Über die galvanisch-chirurgische Depilationsmethode. Vierteljahresschrift für Dermatologie 1886. XIV.

Newmann. Zur Verteidigung der Elektrolyse der Harnröhren-Strikturen. The Med. Register 1889.

Newmann. 20jährige Erfahrung in der Behandlung der Harnröhren-Strikturen. Internationale klin. Rundschau 1892.

Noeggerath. Zur Theorie und Praxis elektr. Behandlung der Fibroide des Uterus. Berl. klin. Wochenschrift 1889.

Paech. Die Elektrolyse als therapeutische Behandlung der Ozaena. Allg. med. Zentral-Ztg. 1898. Nr. 75.

Posner. Zur Würdigung des Le Fortschen Verfahrens bei der Strikturenbehandlung. Berl. klin. Wochenschrift 1892. Nr. 1.

Rolein. De l'électropuncture dans le cure des anéurysmes. Thèse de Paris 1880.

- Roux. L'électrolyse de la prostata. Revue Suisse 1888.
 Schaeffer. Die elektrische Behandlung der Uterusmyome.
 Semeleder. Über Elektrolyse. Wien. klin. Wochenschrift 1888.
 Späth. Pseudarthrose durch Elektropunktur geheilt. Würtbg. med. Zentral-
 Bl. 75/25.
 Weiss. L'électrolyse des tissus divants. Arch. d'électr. méd. 1897. Nr. 59.
 Zancopulus. Über die katalyt. und elektrolyt. Wirkung des konstanten
 Stromes. D. Arch. für klin. Med. X. 72.

Kataphorese.

Wie schon kurz erwähnt, verwendet man die Kataphorese zur Überführung medikamentöser Flüssigkeit durch die unverletzte Haut in die Gewebe des Patienten ohne dabei die Elektrolyten zu zersetzen. Die Applikation findet in der ähnlichen Weise wie bei den hydroelektrischen Bädern statt. Hierbei ist streng auf die richtige Zuführung des Stromes zu achten, da der Transport der Medikamente nur in der Richtung vom positiven zum negativen Pole stattfindet; infolgedessen ist der positive Pol stets als aktiver Pol zu betrachten und an diesem die Medikamentlösung anzubringen. Die Flüssigkeit gelangt mit dem Strome in das Zellengewebe der Haut um dort von dem Blutstromkreis mitgerissen zu werden.

Es empfiehlt sich die Lösung schwach anzusäuern, damit der Strom einen geringen Widerstand findet, d. h. also für gleichbleibenden Effekt. Um nun während der Applikation nicht unnötig Zeit durch diese Umkehrung zu verlieren, empfiehlt es sich entweder die Elektroden zu wechseln oder, was noch vorzuziehen ist, zwei aktive Elektroden nebeneinander anzuordnen und diese wechselseitig einzuschalten. Von diesen beiden Elektroden ist also immer einer indifferent.

Durch ein eigens dazu konstruiertes Uhrwerk kann man den Strom periodisch einschalten lassen.

Die aktiven Elektroden bestehen entweder aus einem Metallgefäß mit porösem Ton-, Porzellan- oder einem Schweinsblasenverschluß, oder die Flüssigkeit wird in einem Schwamme, Watte oder dergleichen Körper aufgesogen, in die Elektrode gedrückt und diese dann so auf die Haut aufgelegt, daß die feuchte Füllung mit der letzteren in Kontakt ist.

Will man nur eine aktive Elektrode verwenden, so wählt man für die Größe der indifferenten Elektrode ca. 50—100 qcm, je nach der verwendeten Stromstärke geringere Stromstärken, was gleichbedeutend mit einer Stromersparnis ist.

Bei der Behandlung durch die Kataphorese hat sich herausgestellt, daß die Moleküle des schlechter leitenden Elektrolyten, d. i. der menschliche Körper schneller wandern als die des besser leitenden. Die Folge davon ist eine Verarmung an Flüssigkeit und besonders an der Übergangsstelle vom besser zum schlechter leitenden Elektrolyten, der Haut. Mit anderen Worten, es findet eine Austrocknung der zu behandelnden Stelle statt, woraus naturgemäß eine bedeutend schlechtere Wirkung erzielt wird. Schaltet man den Strom um, so daß also der Stromdurchgang von der negativen zur positiven Elektrode erfolgt, wobei aber statt der aktiven Elektrode eine indifferente eingeschaltet werden muß, so wird die ausgetrocknete Stelle bald wieder mit Flüssigkeit durchsetzt und der Strom kann alsdann wieder in der richtigen Weise eingeleitet werden. Man hat sogar konstatieren können, daß der Stromdurchgang nach einer Umkehrung bedeutend stärker geworden ist.



Abb. 161.



Abb. 161a.

Die beiden Abb. 161 und 161a stellen zwei aktive Elektroden für die Kataphorese dar. Die erstere von ca. 2 cm Tiefe und $3\frac{1}{2}$ cm Durchmesser ist ohne poröse Zwischenwand (Diaphragma) und findet Verwendung bei kleineren Mengen. Die zweite Abbildung zeigt eine Elektrode von 21 cm Durchmesser aus flacher verzinneter Metallschale. Dieselbe verwendet man zum Aufsetzen auf größere Flächen wie Bauch, Rücken, Gesäß.

Als Elektrolyten wurden bisher verwendet Chinin, Kokain, Arsen, Jodkali, Aconitin, Morphin u. a. m.

Als Stromquellen dienen Batterien von mindestens 15—20 Elementen. Die sonstigen Neben- und Hilfsapparate sind die gleichen wie bei der Galvanisation.

Medizinische Literatur über Kataphorese.

Adamkiewicz. Zur Diffusionselektrode. Neurologisches Zentral-Blatt 1886. Nr. 10 und Nr. 21.

Adamkiewicz. Chloroform und der elektrische Strom gegen Neuralgie. Progr. médical 1888. Ref.: Korrespondenzblatt für Zahnärzte 1888.

- Ames. Cataphoresis. Dental Review 1896.
- Bardet. Recherches sur l'électrolyse et le transfert des médicaments à travers de l'organisme par le courant l'électrique. Bulletin gén. de Thérapie.
- Berteu, J. Kataphorese. Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1897. Bd. VII, Nr. 2.
- Berteu, J. Kataphorese. Verhandlg. der phys.-med. Gesellschaft Würzburg. 1897.
- Brückner. Über die Einführung des Jodes vermittelt elektrischer Ströme. Berliner Klinische Wochenschrift 1870, Nr. 40.
- Ehrmann. Über einen Versuch um zu demonstrieren, welchen Weg gelöste Körper beim Eindringen in die Haut durch elektrische Kataphorese nehmen. Wiener med. Wochenschrift 1890, Nr. 51.
- Evans. Das Bleichen mifffarbiger Zähne durch Kataphorese. Dental Cosmos 1895. Ref.: Zahntechn. Ref. 1895.
- Fogg. Anwendung der Kataphorese zur Behandlung von Periostitis. Korr.-Blatt für Zahnärzte 1897.
- Gräupner. Über Elektrolyse und Kataphorese in Theorie und Praxis.
- Graw. Cataphoresis. Dental Cosmos, Sept. 1896.
- Griesbach. Über Wesen und Verwendung der Kataphorese. Deutsche Medizinische Wochenschrift 1898. Therapeutische Beilage Nr. 4, p. 25.
- Großheintz. Kataphorese. Schweiz. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1896.
- Halbeis. Über Anästhesierung des Trommelfells durch elektrische Kokainkataphorese. Österr. Äztl. Vereinszeitung 1889, Nr. 8.
- Hamecher. Kataphorese und andere Neuerungen aus der zahnärztlichen Praxis. Zahnärztl. Rundschau 1897, Nr. 262/263.
- Hoffmann, J. Über die Diffusionselektrode von Adamkiewicz u. die Chloroformkataphorese. Neurol. Zentralbl. VII. 1888.
- Karfunkel. Beiträge zur Kataphorese. Archiv für Dermatologie und Syphilis. Bd. XLI, Heft 1. Ref.: Deutsche Medizinische Wochenschrift. 1898. Literatur-Beilage Nr. 9, p. 58.
- Lauret. Sur l'introduction des médicaments à travers la peau par l'influence de l'électricité. Bull. de Thérap. CXI, p. 524, Dez. 15.
- Lumbroso, G. Sulla cataforesi elettrica chloroformica. Sperimentale. LXIII, 2, p. 125.
- Marcus. Kataphorese. Zahnärztliche Rundschau 1897, Nr. 242.
- Marcus. Kataphorese. Vortrag, geh. im Zentr.-Ver. deutsch. Zahnärzte 1897. Deutsche Monatsschrift f. Zahntechnik 1897.
- Massey, G. B. Kataphorese bei Carcinom. Amer. Journal of obstetr. April 1899. Ref.: Die Medizin der Gegenwart 1899, Nr. 6, p. 305.
- Meißner, P. Über Sykosis und ihre Behandlung, mit besonderer Berücksichtigung der Kataphorese. Münchener Medizinische Wochenschrift 1898. Nr. 44, p. 1419.
- Meißner, P. Über Kataphorese und ihre therapeutische Verwertbarkeit. Zeitschrift für Elektrotherapie und ärztliche Elektrotechnik. 1899, Nr. 1. p. 13.
- Meißner, P. Konstruktion des periodischen Stromwenders, ibid. p. 18.
- Meißner, P. Über Kataphorese und ihre Bedeutung für die Therapie. Separat-Abdruck aus: Archiv für Anatomie und Physiologie 1899.
- Zacharias und Müsch, Elektromedizinische Apparate.

- Morrehead. Cataphoresis. Dental Review 1896.
- Morton. Cataphoresis. New-York American Technical Book 60. 1899. Ref.: Zeitschrift für Elektrotherapie und ärztliche Elektrotechnik 1899. Nr. 3, p. 122.
- Morton. Guaiacocain Cataphoresis and local anaesthesia, outfit and technic. Dental Cosmos, April 1896.
- Moury, E. Note sur la cataphorèse. Journal médicale de Bruxelles. 1898. Nr. 22, p. 263.
- Musehold, A. Eine neue Elektrode zur kataphorischen Jodkaliumbehandlung. Ärztliche Rundschau 1892, Nr. 43.
- Oker-Blom, Max. Beitrag zur Feststellung einer physik.-chemischen Grundlage der elektromedikamentösen Behandlung mit besonderer Berücksichtigung der Jodsalzlösung.
- Oker-Blom, Max. Experimentelle Untersuchungen über das unter Einwirkung des konstanten elektrischen Stromes stattfindende Eindringen von medikamentösen Stoffen in den Tierkörper.
- Paschkis, H., u. J. Wagner. Über die durch Chloroform auf kataphorischem Wege zu erzeugende Hautanästhesie. Neurol. Zentralbl. V, 18. 1886.
- Schäffer. Kataphorese. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1897.
- Scheppegeirell. Die Behandlung der Kehlkopftuberkulose mittels interstitieller Kataphorese von Kupfersalzen. Medical Record 29. Mai 1897.
- Schmidt, C. Die Sensibilität des Dentius (Inaugural-Dissertation). Zahnärztliches Wochenblatt 1899. Nr. 624—629.
- Strebel, H. Mitteilungen über „Elektroendosmose“ und „jatrogalvanolytische Injektion“. Deutsche Medizinal-Zeitung 1897. Nr. 92—24.
- Thimme. Therapie der Haut- u. Geschlechtskrankheiten.
- Wagner u. Paschkis. Über die durch Chloroform auf kataphorischem Wege zu erzeugende Hautanästhesie. Neurologisches Zentralblatt 1886, Nr. 18.
- Weiß, Max. Die elektrische Endosmose in der Heilkunde. Zentralblatt für die gesamte Therapie 1897. September.
- Winkler, E. Contribution à l'étude de l'osmose électrique. Archives d'électricité médicale 1898. Nr. 63, p. 98. Ref.: Zeitschrift für Elektrotherapie und ärztliche Elektrotechnik 1899. Nr. 2, p. 87.

Komplette Einrichtungen.

Die sogenannten kompletten Einrichtungen, die auf den Markt gebracht werden, werden zwar allen Anforderungen, welche man an sie stellt, gerecht, dieselben haben aber so manchen überflüssigen Teil, der die Anlage unnötig verteuert. So würde es wohl erübrigen neben einem Schalter auch noch Stöpselverbindungen anzubringen. Die äußere Ausstattung der Apparate bringt oft genug geschmacklose Formen, oder überflüssige Verzierungen, die dem Zweck der Anlage nicht entsprechen. Weiterhin sind aber auch die örtlichen Verhältnisse maßgebend für die Wahl der Apparate. Ein kleines enges Konsultationszimmer vermag große Apparate-Schränke oder -Kästen nicht aufzunehmen, vielmehr muß man sich darauf

beschränken nur das Notwendigste im Zimmer selbst aufzustellen. Während z. B. die Batterien, Umformer, Widerstände u. s. w. in einem anderen Raume untergebracht sind, befestigt man an der Wand des Konsultationszimmers nur die Schalt- und Meßapparate, so daß dem Arzte volle Bewegungsfreiheit garantiert ist.

Durch irgendwelche Umstände kann ein Defekt der Apparate oder der Leitungen (Anleitung zu deren Beseitigung siehe Kapitel X) entstanden sein, deren Behebung nicht immer durch eine fachmännische Kraft zu geschehen braucht. Es muß der Arzt wissen, welche Verbindungen zwischen den einzelnen Teilen der Anlagen bestehen. Es ist deshalb von Vorteil dem Behandelnden einige Anhaltspunkte über den Stromverlauf zu geben.

Die einzelnen Apparate untereinander werden durch isolierte Kupferdrähte verbunden, deren Querschnitt einen gewissen Wert haben muß, will man nicht unnötige Verluste in den Leitungen haben. Wie in Kapitel IV beschrieben, hat jeder Leiter einen gewissen Widerstand der den Strom schwächt und zwar steht dieser Widerstand, dessen Größe in Ohm gemessen ist, direkt im Verhältnisse zur Länge und umgekehrt im Verhältnisse des Querschnittes. Weiterhin kommt auch noch das Material in Frage. Versuche über die Wirtschaftlichkeit der Querschnitte bei elektrischen Leitungen haben zur Aufstellung einer Tabelle geführt, die in Kapitel IV aufgeführt ist und die wesentlichen Werte angibt, die hier in Betracht kommen. Natürlicherweise darf eine Unterschreitung oder Überschreitung der hier angegebenen Werte stattfinden, jedoch sollen die Differenzen speziell bei der Unterschreitung nicht zu groß sein. Die Isolierung ist Baumwollenspinnung. Es ist vorteilhaft immer einige Stücke Kupferdraht für Reparaturzwecke bereit zu halten.

Eine einfache Schaltung einer Einrichtung zeigt Abb. 162, bestehend aus Batterie und Graphitrheostaten. Der Strom fließt von dem positiven Pole der Batterie zur linken Klemme des Rheostaten, durch den oberen Graphitstab über die verschiebbare Feder F, durch den unteren Graphitstab nach der rechten Klemme zum $+$ Anschluß und zu der einen Elektrode, durchfließt dann den Körper zur zweiten Elektrode und gelangt über den $-$ Anschluß zum negativen Pole der Batterie. Eine solche Einrichtung würde für einen Arzt allzu gering sein und kommt dieselbe zum Gebrauch für Patienten in Betracht.

Für die Applikation im Konsultationszimmer würde eine Zusammenstellung nach Abb. 163 vorteilhaft sein. Neben einer Batterie

von 20 Elementen sind hier ein Metallrheostat R und ein Strommesser verwendet. Betrachtet man den Stromverlauf für die gezeichnete Stellung, so fließt der Strom von dem positiven Pole der Batterie durch den Strommesser zu der positiven Elektrode. Der Stromverlauf von der negativen Batterieklemme aus ist über den Hebel und die Widerstände des Rheostaten zur negativen Elektrode.

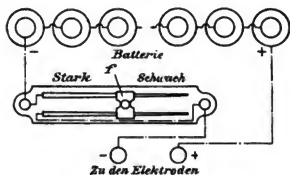


Abb. 162. Batterie mit Graphitwiderstand.

der Stromrichtung heftige elektrische Schläge hervorzurufen. Bei einer größeren Batterie ist zu dem Metallrheostaten vorteilhaft ein Doppelschalter zu verwenden, um die Elemente gleichmäßiger auszunützen und hauptsächlich, um keine zu großen Stromverluste bei geringen Strömen zu haben. Das Schaltungsschema des in

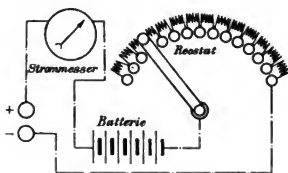


Abb. 163. Schaltung für Sprechzimmer.

Durch Verschieben des Rheostat-Hebels läßt sich der Strom schon sehr fein dosieren. Für gewisse Spezialzwecke, wie zur Erzeugung der Voltaschen Alternative bedient man sich vorteilhaft eines Stromwenders, der in den Stromkreis eingeschaltet dazu dient, durch Umkehrung

Abb. 153 dargestellten Apparates für kombinierte galvanische und faradische Behandlung läßt leicht den Stromverlauf erkennen, Abb. 164. Der Induktor hat eine von dem galvanischen Teil unabhängige Batterie. Die Kontakte und Hebel stehen in Abb. 164

zur galvanischen Behandlung bereit. Der positive Pol des Elementes 47 führt zu einem Kontakthebel des Doppelschalters; von hieraus durchläuft der Strom Kontakt und Hebel G des Stromwenders, Mittelklemme und linken Hebel des Stromwenders, Ampèremeter und kann an der mit Anode bezeichneten Klemme abgenommen werden. Andererseits ist der Stromlauf von der negativen Klemme des Elementes 4, wobei also der Strom von 48 weniger 4 = 44 Elementen verwendet wird, über Kontakt 4 und

zweiten Hebel des Doppelschalters, weiterhin über Mittelkontakt und rechten Hebel des Stromwechslers, Kontakt und Hebel N des

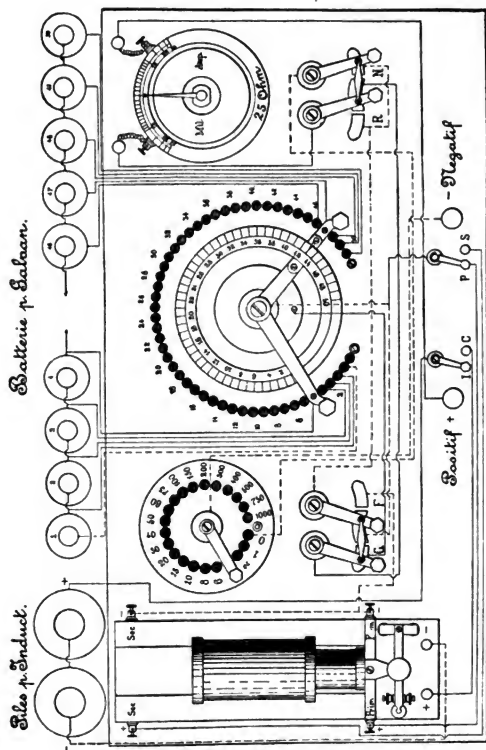


Abb. 164. Batterieschaltung für Sprechapparat.

Stromwechslers, Hebel und Kontakt 4 des Rheostaten, durch den Rheostatwiderstand über Kontakt 0 nach der Kathodenklemme.

Man erhält also an den beiden Klemmen (Anode und Kathode) einen reinen galvanischen Strom, der sehr fein nuanciert werden kann. Sobald der Stromwechsler in die Rechtsstellung F gebracht wird, ist der Stromlauf wesentlich anders. Schaltet man den Kurbelmechanismus zur Anode auf C ein, so ist die Leitung der Induktionsbatterie von dem positiven Pole über den erwähnten Ausschalter nach der + Klemme des Unterbrechers geschlossen, durchfließt dann den Unterbrecher (siehe Abb. 164) und gelangt durch die Windungen der Primärwicklung des Induktors über die + Primärklemme zur — Klemme und von da zum negativen Pole der Batterie, d. h. der Primärstromkreis des faradischen Stromes ist geschlossen.

Der faradische Strom (sekundärer Induktorstrom) fließt von der + Sekundärklemme aus und nimmt den Lauf über Hebel und Mittelkontakt des Stromwechslers, Hebel und Mittelkontakt des Stromwenders durch den Strommesser nach der Anode; durchfließt den Körper des Patienten nach der Kathode hin und geht dann durch den Rheostaten, Kontakt und Hebel N des Stromwenders, Kontakt und Hebel F des Stromwechslers zur — Sekundärklemme des Induktors. Die dritte Anwendung wäre eine kombinierte Applikation. Zu diesem Zwecke stellt man den Stromwechsler so, daß die Hebel auf G und F stehen; es ist dann der galvanische und der faradische Strom auf Spannung geschaltet. Es muß also der galvanische Strom durch die Sekundärspule des Induktors und den Patienten gehen. Der Stromverlauf ist nach den vorher erklärten Kombinationen leicht zu verfolgen und läuft von dem negativen Pole der galvanischen Batterie durch den Schalter, über S des Umschalters, + Sekundärklemme, Sekundärwicklung, nimmt daselbst den faradischen Strom auf, — Sekundärklemme, Rechtsklemme des Stromwechslers, Rechtsklemme des Stromwenders, Rheostat, Kathode, Körper des Patienten, Anode, Ampèremeter, Mittelklemme des Stromwenders, Linksklemme des Stromwechslers, durch den Schalter zum positiven Pole der galvanischen Batterie.

Die beschriebenen Schaltungsschemata passen gleichfalls für elektrische Bäder, Kataphorese und Elektrolyse. Wird statt eines Batteriestromes Anschluß an eine bestehende Zentrale gewählt, so fällt nur der Doppelschalter fort. Zwischen Apparate und Netzausfluß muß dann eine Sicherung angebracht werden. Dieselbe hat den Zweck bei Überlastung den Strom zu unterbrechen. Der Vorgang hierbei ist der, daß ein Metalldraht oder Streifen, am

vorteilhaftesten Staniol, von ganz bestimmtem Querschnitt durchschmilzt.

Natürlicherweise müssen die Drahtstärken der einzelnen Apparate dem Betriebsstrom entsprechend verstärkt werden.

Akkumulatoren kommen bei der Galvanisation kaum in Betracht, und zwar speziell wegen ihres relativ hohen Gewichtes.

Franklinisation.

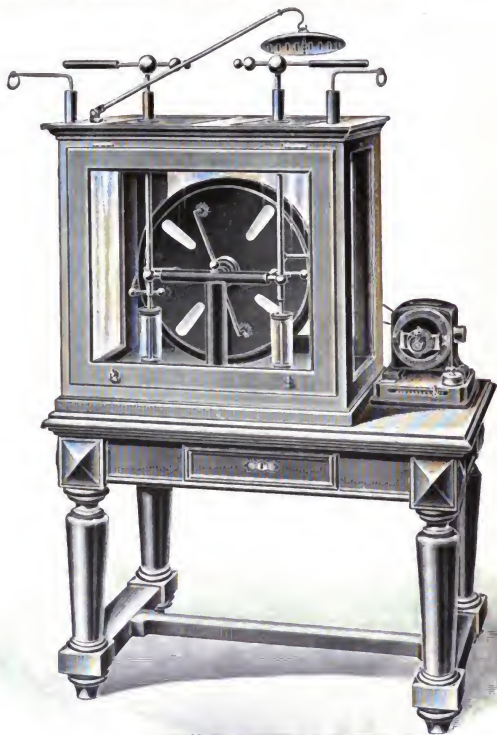
Während es sich bei den vorbeschriebenen Behandlungsarten um verhältnismäßig geringe Spannungen handelte, (bis zu 110 Volt) kommen bei der Franklinisation hochgespannte statische Gleichströme in Betracht, deren Spannungen mehrere Tausend Volt betragen. Die Anwendung hochgespannter statischer Ströme in der Heilkunde ist so alt wie die Entdeckung der Reibungselektroskopmaschine. Längere Zeit hindurch wurde diese Methode vernachlässigt, weil die Galvanisation und die Induktion weit intensivere Wirkung aufzuweisen hatten. Als aber in neuerer Zeit an Stelle der Reibungselektroskopmaschine die Influenzmaschine trat, wurde die Anwendung der Franklinisation wieder allgemein und erwarb sich neue Freunde, so daß sie heute ein unentbehrliches Hilfsmittel in der Elektrotherapie ist. Wie schon in der Einleitung gesagt wurde, handelt es sich bei der Franklinisation um folgende Methoden:

Elektrostatistisches Luftbad,
Elektrischer Wind als Büschel und Funkenentladung,
Franklinische Kopfdusche,
Mortonsche Ströme,
Elektrische Zerstäubung von Flüssigkeiten,
Ozon-Erzeugung.

Die Arten der Influenzmaschinen sind schon auf Seite 72 beschrieben und es wären an dieser Stelle die Neben- und Hilfsapparate bei der Franklinisation zu behandeln; vorher sei jedoch eine Ausführungsform im Bilde demonstriert.

So zeigt Abb. 165 eine Form, verbesserte „Töpler-Holtz-Maschine“, die von der Firma Reiniger, Gebbert & Schall gebaut wird. Statt wie bisher die Maschine mit einer festen und einer losen Scheibe zu bauen, wird diese neue Type so ausgeführt, daß auf 200—300 Umdrehungen der einen Scheibe ungefähr eine Umdrehung der zweiten Scheibe kommt. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß eine An-

sammlung störender elektrischer Ladungen auf den freien Flächen der bisher feststehenden Scheibe vermieden werden.



Reinger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 165. Influenzmaschine nach Töpler-Holtz.

Für dauernden Betrieb von Influenzmaschinen baut die Firma Max Kohl in Chemnitz i. Sa. die in Abb. 165a dargestellte Ma-

schine mit 4 Scheiben, die durch einen Elektromotor angetrieben werden.

Zur Behandlung mit Franklinisation dient zunächst ein Isolierschemel. Derselbe muß so groß sein, daß eine Person bequem darauf Platz hat, d. h., daß ein Stuhl auf denselben gestellt werden

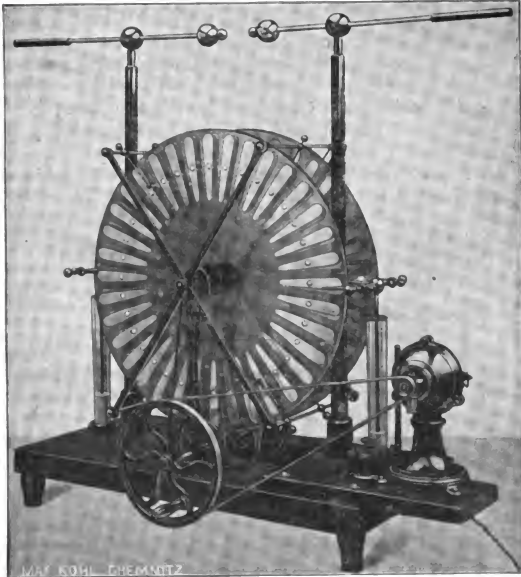


Abb. 165 a. Motor-Influenzmaschine.

kann. Dieser Isolierschemel steht auf gut isolierenden Füßen von Glas oder Hartgummi. Zweckmäßig ist es, auf der Oberfläche desselben eine Metallbelegung anzubringen. Sollten die Raumverhältnisse in dem Operationszimmer zu klein sein, so genügt auch eine Hartgummiplatte von entsprechender Größe, die dauernd auf dem Fußboden belassen werden kann.

Bei dem elektrostatischen Luftbade steht der Patient mit dem einen Pole der Maschine in Verbindung (gewöhnlich positiv), während die Entladekugeln des anderen Poles in einem solchen Abstände sich befinden müssen, daß ein Funkenüberspringen nicht stattfinden kann.

Während also bei dem elektrostatischen Luftbade die Entladungen unsichtbar sind, hat man es bei dem elektrischen Wind mit sichtbaren Büschel- oder Funkenentladungen zu tun. Die Anordnung bei Büschelentladungen ist fast die gleiche wie bei dem Luftbade. Hierbei werden aber nicht die Entladekugeln, sondern eine eigens dazu beschaffene Elektrode dem zu applizierenden Körpertheil genähert, Abb. 166. Sollen die Büschelentladungen über den ganzen Körper des Patienten erfolgen, so wird derselbe in ein Holzgestell gesetzt, welches mit vielen nach innen gerichteten Ausströmungsspitzen versehen ist. Sehr deutlich tritt bei dieser



Abb. 166.
Für Büschel-Entladung.



Abb. 167.
Verstellbare Funkenstrecke.

Anordnung die Polarität zum Vorschein. So treten bedeutend stärkere Entladungen auf, wenn die Spitzenelektroden positiv, der Patient negativ geladen werden, als umgekehrt.

Kommt es darauf an, stärkere Reize zu erzielen, so bedient man sich statt der Spitzenentladungen wieder der Kuglentladungen (Funkenentladungen). Hierbei kommen zwei verschiedene Verfahren zur Anwendung. Entweder steht der Patient auf dem Isolierschemel und ist mit dem einen Pole der Maschine verbunden, während der andere Pol, der dem Körper genähert wird, durch die Gas- oder Wasserleitung oder durch einen Ofen abgeleitet wird, oder die Anordnung ist umgekehrt und der Pol, der dem Patienten zugeführt wird, ist abgeleitet. Durch die erstere Behandlungsweise werden seltenere, aber intensive Funken erzeugt, während bei der zweiten die Aufeinanderfolge zweier Funken ziemlich schnell vor sich geht. Eine dritte Methode wäre Patient und Elektrode zu isolieren, wobei man sehr schnelle, aber auch schwache Entladungen erzielt. Tritt die Notwendigkeit auf, eine Stelle der Haut durch starke Funken zu behandeln, so bedient man sich einer verstellbaren Funkenstrecke, Abb. 167. Dieselbe hat den Zweck eine Beschädigung der Haut

durch die Funkenentladungen zu verhindern. Wie aus der Abb. 167 zu erkennen ist, können die Funken nicht direkt auf die Haut überspringen, sondern werden durch einen mit einem feuchten Überzuge versehenen Knopf auf dieselbe geleitet. Die Intensität des Funkens läßt sich leicht durch Enger- und Weiterstellen der Funkenstrecke erreichen.

Eine weit verbreitete und mit gutem Erfolge angewendete Art der Behandlung ist die Franklinische Kopfdusche. Hierbei bedient man sich einer auf einem isolierten Stative befindlichen, in Kopfhöhe verstellbaren, tellerartigen Elektroden wie Abb. 168 zeigt. Der Patient sitzt auf dem Isolierschemel, welcher letzterer mit dem positiven, die Elektrode aber mit dem negativen Pole der Maschine verbunden ist. Eine Funkenentladung darf hierbei nicht stattfinden und wird es sich sehr empfehlen, einen Rheostaten anzuwenden. Der Franklinische Rheostat besteht nicht wie die gewöhnlichen Rheostaten aus Metall, Graphit oder Flüssigkeit, sondern aus einem mit den Elektroden verbundenen Holzteile von passender Stärke und Größe. Es handelt sich also bei diesem Apparat weniger um Regulierung der Stromstärke, als vielmehr Funkenentladungen zu vermeiden.

Während bei den bisher beschriebenen Methoden der direkt von der Influenzmaschine herkommende Strom verwendet wurde, ist die Behandlung mit Mortonschen Strömen unter Verwendung geeigneter Elektroden und Leydener Flaschen als eine von den bisherigen Anwendungsarten abweichende anzusehen.

Die Anordnung der einzelnen Apparate zum Patienten ist folgende. Die beiden Pole der Maschine werden nach den inneren Belegungen von Leydener Flaschen geführt. Dazwischen aber sind noch mehr oder minder große Funkenstrecken angeordnet. Die äußeren Belegungen der Flaschen führen zu zwei Elektroden, die eine ähnliche Beschaffenheit haben wie bei der Galvanisation. Jede Funkenentladung ruft in dem zwischen die Elektroden eingeschalteten Körperteile eine heftige Erschütterung hervor und ähnelt diese Methode der weiter unten beschriebenen Faradisation. Die Regulierung der Entladestärke kann entweder durch Vergrößern oder Verkleinern der Funkenstrecke oder durch Variation der Kapazität der Leydener Flaschen erfolgen. Letztere Art besitzt den Vorzug, eine bedeutende Erschütterung durch Vergrößern der Kapazität zu erzielen. Beide Methoden können natürlich auch miteinander kombiniert werden.

Versieht man Elektroden für Büschelentladungen mit einer feinen Bohrung, aus welcher man eine Flüssigkeit austreten läßt,

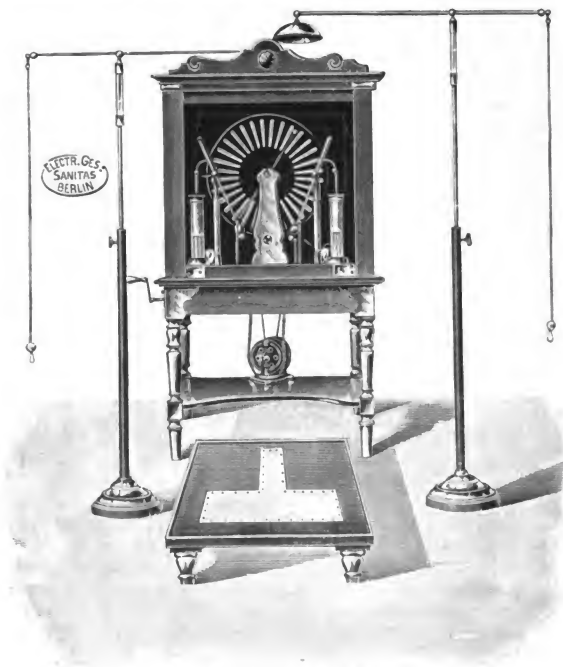


Abb. 168. Influenzmaschine nach Wimshurst.

so erhält man bei jeder Entladung einen feinen Sprühregen, der sich auf die ganze Haut des zu behandelnden Körperteils verteilt.

Dis Büschelentladungen verwandeln in der atmosphärischen Luft einen Teil des Sauerstoffes in Ozon, der wegen seiner starken oxydierenden Wirkung zur Inhalation Verwendung findet.

Es kommt hierbei nicht eine elektrische Behandlung des Patienten in Betracht, da derselbe mit den Polen der Maschine nicht in Berührung steht.

Die Franklinische Kataphorese ist noch zu wenig erprobt, um in der Praxis Anwendung zu finden. Die Versuche, die darüber angestellt wurden, sind noch nicht zum Abschluß gekommen. Es handelt sich im wesentlichen um die Überführung von gasförmigen Medikamenten durch Vermittlung des faradischen Stromes in die Haut des Patienten, ähnlich wie dies bei der Kataphorese durch den galvanischen Strom geschieht.

Medizinische Literaturstellen über Franklinisation.

- Arthuis. *Électricité statique. Manuel pratique de ses applications* 1894.
 Beard, G. M. Über die mediz. Anwendung der stat. Elektrizität. *Med. Record* XX. 1881.
 Benedikt, M. Elektrostatische Dusche. *Wiener Medizinische Presse* 1887.
 Benedikt, M. 2 therap. Briefe an Prof. Dr. R. Lewandowski. *Wiener med. Blätter* 1885. Nr. 85.
 Benedikt, M. Die elektrostatische Behandlung der Strangurie. *Wiener med. Presse*. Nr. 27; 1891.
 Bernhardt, M. Über Franklinische oder Spannungsströme vom elektrodiagnostischen Standpunkte.
 Bielschowsky, E. Über Influenzelektrizität. *Therap. Monatshefte*. III. 1889.
 Blackwood. Über therap. Verwendung der stat. Elektr. *Philad. med. and surg. Reporter*. XLIV. 1881.
 Breitung, Max. Über allgemeine konzentrische Franklinisation in der ärztlichen Praxis. *Wiener klin. Wochenschrift* 1900. Nr. 37.
 Chatzly. Behandlung der rheumatischen Lumbago mit statischer Elektrizität. *Chatzly. Archives d'électricité médicale*. Nr. 60; 1897.
 Claus. Mortonsche Ströme zur Behandlung der Incontinentia urinae. *Medizin der Gegenwart*. Nr. 6; 1898.
 Clure. On static electricity.
 Dana. Effects and advantages of static electricity. *Boston med. and surg. Journ.* CXXI. 1889.
 Drosdoff. Die Franklinisation in der Nerven therapie. Referat im Zentralblatt f. Nervenheilkunde. Nr. 7; 1882.
 Fromhold & Schwanda. Über die Wirkung der von der Holtzschen Maschine gelieferten Spannungsströme an Menschen. *Poggendorffs Annalen*. Bd. CXXXIII.
 Fromhold & Schwanda. Über die Elektrophormaschine von Holtz und ihre Anwendung in der Elektrotherapie. *Wiener med. Jahrbuch*. XXIV. 3.
 Hammerschmid. Das Ozon und seine Wirkung im Haushalte der Natur und des menschlichen Körpers.
 Holtz. Über die Holtzsche Influenzmaschine. *Poggendorffs Annalen*. CXXXVI, 1865.

Hovorka, Edler von Zderas. Die franklinische Brause, ein neuer Nebenapparat bei der Franklinisation. Wiener med. Blätter 1896. Nr. 52.

Hovorka, Edler von Zderas. Franklinische Ohren- und Augenelektroden etc. Wiener med. Presse 1897. Nr. 28.

Hovorka, Edler von Zderas. Vereinfachte franklinische Ohrenelektroden. Ärztliche Zentralzeitung 1900. Nr. 52.

Morton. The franclinic interrupted current on my new system of therapeutic administration of static electricity. New-York med. Record. XXXIX. 87/88.

Mund. Über die Berechtigung der Franklinisation in der Elektrotherapie. Jahresbericht der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Dresden 87/88.

Placé. De l'électricité statique dans le traitement de l'hémip. legie de cause cérébrale. Thèse.

Rockwell. Über Anwendung der statischen Elektrizität. New-York. med. Record. XX. 1891.

Schatzky. Die Grundlagen der therapeutischen Wirkungen der Franklinisation. Zeitschrift für Elektrotherapie und ärztliche Elektrotechnik. Heft I. 1901.

Schivardi. Manuale teorico pratico di elettrotherapia esposizione critico-sperimentale di tutte le applicazioni elettro-statiche.

Tibbits. Improved apparatus and improved methods for applying static electricity.

Vigouroux. De l'électricité statique et de son emploi au thérapeutique.

b) Zerhackter Strom.

Faradisation.

Der Hauptapparat, der bei der Faradisation Verwendung findet, ist ein Induktionsapparat wie er auf Seite 64 im allgemeinen beschrieben wurde. Die Wirkungsweise sei noch einmal an dieser Stelle kurz erörtert. Läßt man einen Strom durch eine Drahtspule momentan hindurchgehen, um ihn im nächsten Augenblicke wieder zu öffnen, so wird in einer zweiten Spule, die sich in unmittelbarer Nähe befindet, ebenfalls ein Strom erzeugt (Induktionswirkung). Diesen in der zweiten Spule auftretenden Strom, der schnell wieder verschwindet, verwendet man in der Elektrotherapie unter dem Namen Faradisation. Die physiologische Wirkung des Induktionsstromes auf den Körper des Patienten ist sehr stark. Setzt man Elektroden auf den Körperteil auf und läßt den Strom einwirken, so ziehen sich die Muskeln bei jedem Stromschluß und Öffnung zusammen und zwar lebhafter bei der Stromöffnung. Die Apparate sind nun so konstruiert, daß der behandelnde Arzt einen beliebig starken Reiz ausüben kann.

Wie aus Abb. 169 ersichtlich besteht die erste Spule (Primärspule) aus wenigen dicken, während die zweite Spule (Sekundär-

spule), die über die erste geschoben werden kann, aus vielen dünnen Drähten gefertigt ist. Über die Stromrichtung in der Sekundärspule könnte man sich auf folgende Weise Klarheit verschaffen. Schaltet man an die beiden Enden der Spule ein Galvanometer, so wird bei einem Stromschluß das Galvanometer ausschlagen, danach aber sofort wieder in die Ruhelage zurückkehren. Öffnen wir nun den Strom wieder, so schlägt das Meßinstrument nach der entgegengesetzten Richtung aus, jedoch viel stärker als beim Schließen. Wir haben es also mit zwei in entgegengesetzter Richtung laufenden Strömen, sogen. Wechselströmen, zu tun. Die Richtung der in beiden Spulen auftretenden Ströme ist beim Schließen entgegengesetzt und beim Öffnen gleichgerichtet. Es treten aber nicht nur induzierende Ströme in der Sekundärspule, sondern auch in der Primärspule auf. Die nebeneinanderliegenden Windungen üben auf

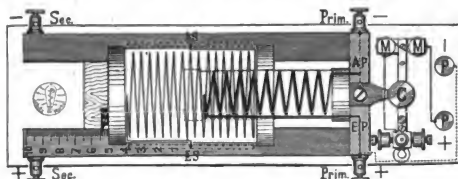


Abb. 169. Schema eines Induktors.

sich selbst auch eine Induktion aus (Selbstinduktion), deren Richtung beim Öffnen und Schließen dieselbe ist wie in der Sekundärspule, also beim Schließen entgegengesetzt, beim Öffnen gleichgerichtet. Hieraus erklärt sich auch der beim Öffnen des Stromes bedeutende intensivere Sekundärstrom, indem einerseits der Primärstrom verschwächt, anderseits erhöht wird. Die Stärke des Stromes läßt sich ferner dadurch verstärken, daß man in die Primärspule einen Eisenkern hinein steckt. Die Wirkung wäre ungefähr so zu erklären: Bekanntlicherweise sendet ein Strom nach allen Seiten seine Wirkung aus, die sich in der Luft verliert. Treffen nun die nach innen gehenden Stromimpulse auf den Eisenkern, so werden dieselben reflektiert und die Wirkung wird verstärkt.¹⁾ Eine Regulierung der Stärke läßt sich dadurch herbeiführen, daß man

¹⁾ Siehe Zacharias. Elektrische Spektra, Analytische Studien über Magnetismus. Verlag von Thomas. Leipzig.

einerseits den Eisenkern mehr oder weniger tief in die Spule einsteckt, anderseits, indem man die beiden Spulen zueinander verschiebt oder eine mehr oder weniger große Anzahl der Primärwindungen vom Strome durchfließen läßt.

Die Größenabmessungen der Spulen schwanken bei der Primärspule zwischen 100—800 Windungen bei einer Drahtstärke von ca. 0,6—0,8 mm, was einem Widerstand von 1—5 Ohm entspricht. Die elektromotorische Kraft schwankt dabei mit 1—2 Elementen zwischen 5 und 50 Volt, je nach der Anzahl der Windungen und der Anwendung eines Eisenkernes. Die Sekundärspule dagegen hat 3000—10000 Windungen bei einem Drahtdurchmesser von 0,1—0,15 mm, d. i. ca. 100—900 Ohm und eine elektromotorische Kraft von 100—300 Volt.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 170. Schlitten-Induktionsapparat.

Die Unterbrechungen werden meistens durch einen Wagner'schen Hammer erzeugt, wie er auf Seite 65 beschrieben wurde. Durch Nähern und Entfernen des Platinkontaktes dieses Hammers läßt sich die Anzahl der Unterbrechungen in ziemlich weiten Grenzen regeln. Es wird hierbei die Schwingungsdauer der Feder derart verändert, daß der Weg, den der Hammer zurücklegen muß, größer oder kleiner wird. Jedoch muß darauf geachtet werden, daß der Kontakt weder zu fest noch zu entfernt von der Feder eingestellt wird, weil dadurch gar zu leicht die Unterbrechungen ganz aufhören können.

Abb. 170 zeigt einen Schlitten-Induktionsapparat von Reiniger, Gebbert & Schall. Links befindet sich die Primärspule mit dem Eisenkern. Letzterer hat seitlich eine Millimeterteilung zur genauen Einstellung derselben. Rechts ist die Sekundärspule in einem schwalbenschwanzförmigen Schlitten beweglich angeordnet. Der Schlitten hat eine Teilung zur Ablesung.

Vor der Primärspule ist der Unterbrecher angeordnet, der bei kleineren Apparaten, bei denen der Eisenkern feststeht und nur durch eine Messinghülse teilweise abgeblendet wird, direkt durch den Magnetismus des Eisenkernes betrieben wird.

Eine weitere Ausführungsform, die von der Firma Sanitas hergestellt ist, bringt Abb. 171. Der Induktor ist in einem Holzkasten untergebracht. Links ist die Regulierschraube des Platinkontaktes. Die Elektroden, die hierbei Verwendung finden, sind ähnlich wie in der Galvanisation. Dieselben sind mit Stoff über-

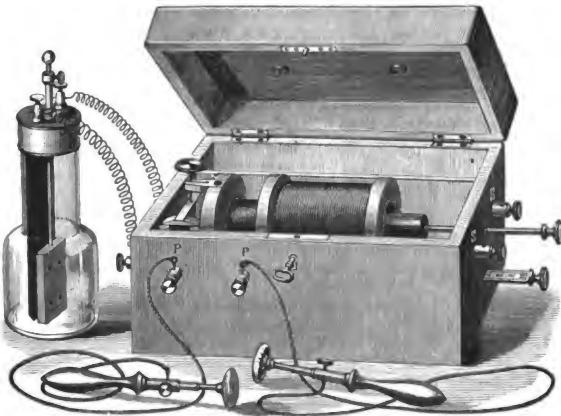


Abb. 171. Induktionsapparat.

zogen und müssen vor dem Gebrauch angefeuchtet werden, damit der Widerstand der Haut etwas verringert wird.

Als Stromquellen dienen am häufigsten Chromsäure- oder Leclanchéelemente. Soll der Induktionsapparat durch den Strom einer Zentrale gespeist werden, so ist ein Vorschaltwiderstand unbedingt notwendig, um eine entsprechend geringe Spannung von 2—4 Volt zu erhalten.

Die Stromstärke der sekundär induzierten Ströme, die bei der Faradisation verwendet werden, richtet sich nach dem Widerstande.

Nimmt man an, daß der induzierte Strom 80 Volt habe, der Widerstand der sekundären Spule 700 Ohm, der des Patienten 2300 Ohm betrage, so wird die Stromstärke sein

$$\frac{80 \text{ Volt}}{700 + 2300 \text{ Ohm}} = 0,0027 \text{ Amp. oder} \\ 27 \text{ Milliampère.}$$

Medizinische Literaturstellen über Faradisation.

- Apostoli, G. Über bipolare Faradisation des Uterus. *L'union* 1884. 153, 155.
 Apostoli, G. Sur quelques applications nouvelles du courant induit ou faradique à la gynécologie. *Bull. de Thér.* CXIV. Januar 14.
 Baierlacher. Die Induktionselektrizität.
 Baraduc. Du lavage électrique et de faradisation intrastomacale dans la dilatation de l'estomac fonctionnelle.
 Bartholow, R. Faradisation der Bauchdecken bei Ascites. *Ärztliche Rundschau* 1893. Nr. 31.
 Bröse. Über einige Anwendungsweisen des faradischen Stromes. *Deutsche med. Wochenschrift* 1889/91.
 Chostek. Eine Methode zur Faradisation der Milz. *Wiener med. Presse* 1870; *Wiener med. Blätter* 1879.
 Dignat. Monoplegisches Zittern erfolgreich behandelt durch den induzierten Strom. *Internationale klinische Rundschau* 1893, p. 568 (aus *Le Progrès Médical* 1893, Nr. 9).
 Ehrmann, S. Über die Anwendung der Elektrizität bei Behandlung der Alopecia areata. *Medizin. Post* 1895, Nr. 2.
 Eulenburg, A. Über episklerale Faradisation und Galvanisation der Augenmuskeln. *Zentralblatt für praktische Augenheilkunde* XI. 1887. S. 67.
 Fischer. Über allgemeine Faradisation. *Archiv für Psych.* XII. 3. 1882.
 Fürstner. Über die Anwendung des Induktionsstromes bei gewissen Formen der Magenverengung. *Berliner klinische Wochenschrift* 1876/77.
 Katyschew, F. Über die gefäßverengernde Wirkung der Faradisation am Halse. *Petersburger med. Wochenschr.* V. 5. 1880.
 Kraus, E. Über die Anwendung des faradischen Stromes bei Icterus catarrhalis. *Archiv für Kinderheilkunde* X. 3. 1889.
 Kußmaul. Über die Faradisierung des Magens. *Archiv für Psych. etc.* VIII. S. 205. 1878.
 Laker, C. Die wahre Ursache der Schmerzminderung unter der Haut durch feuchte Elektroden bei der Verwendung induzierter Ströme. *Deutsches Archiv für klinische Medizin.* XXXIX. 1886. S. 491.
 Loewenfeld. Über die Behandlung von Gehirn- und Rückenmarkkrankheiten vermittelst des Induktionsstromes.
 Maierfisch. Über allgemeine Faradisation. *Schweiz. Korresp.-Blatt*, XI. 22. 1881.
 Möbius, P. J. Über die allgemeine Faradisation. *Berliner klin. Wochenschrift* 1880, Nr. 47.

- Muret. Du traitement de l'ascite par la faradis. *Revue de med.* 1888, 7/9.
- Onimus. Über periphere Lähmungen und die verschiedenen Wirkungen des induzierten und des konstanten Stromes. *Bull. de Thérap.* CX. 1886.
- Popper, M. Therapie der Schlafpollutionen, Spermatorrhoe und einiger Prostataaffekt. mittels Faradisation d. Prostata. *Wiener med. Blätter* 1899. 1—4.
- Popper, M. Über die Behandlung der Prostataerkrankungen und der Prostatorrhoe mittels des faradischen Stromes. *Bayerisches ärztliches Korrespondenzblatt* 1898, Nr. 15. p. 210.
- Remak, E. Über faradische Entartungsreaktion. *Tageblatt der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte.* S. 218. 1886.
- Rouchon. Faradisation bei Quintusneuralgien. *Lyon méd.* LIII. 1886.
- Rumpf, Th. Zur Behandlung der Tabes dorsalis mit dem faradischen Pinsel. *Neurol. Zentralblatt* 1882. 1, 2.
- Stein, Th. Die faradische Behandlung der Obstipation und der nervösen Enteropathie. *Zentralblatt für Nervenheilkunde* 1882.
- Stein, Th. Zur Galvanofaradisation. *Neurol. Zentralblatt.* II. 1883.
- Stockton. Clinical results of gastric faradisation. *Am. Journ. of med. Sc. C.* 1. July 1890.
- Theilhaber. Über die Anwendung des faradischen Stromes in der Gynäkologie. *Münch. med. Wochenschr.* XXXIX. 2. 1892.
- Tripier. Faradisation abdomino-rectale. *Rétablissement du cours des matières.* *Gaz. des hôp.* 1866. Nr. 1.
- Vulpian. De l'influence de la faradisation localisée sur l'anesthésie de causes diverses 1880. *Arch. de physiol.* 1879. pag. 877.
- Watteville, A. de. Über Galvanofaradisation. *Neurologisches Zentralblatt* 1882, 12.
- Weil, C. Über Induktionsströme fein- und grobdrähtiger Spulen. *Deutsche Medizinalzeitung* 1891, Nr. 97, p. 1107.

Arsonvalisation.

Die Arsonvalisation, die im Jahre 1892 durch D'Arsonval in die Elektrotherapie eingeführt wurde, verlangt zu ihrer Erzeugung fast die gleichen Apparate, wie die Röntgenstrahlen. Der elektrische Strom der Stromquellen wird auch hier mit Hilfe eines Unterbrechers zerhackt und einem Transformator, dem Induktor, zugeführt. Hier erreicht die Spannung eine Höhe von mehreren Tausend Volt.

Erst diese Ströme lassen sich, durch geeignete Apparate in Hochfrequenzströme umgeformt, in der Arsonvalisation verwenden. Nach der Entdeckung der drahtlosen Telegraphie durch Marconi sind die Hochfrequenzströme allgemein bekannt geworden.

Während bei der Röntgentechnik Ströme von höchstens 2000 bis 3000 Unterbrechungen (Wehneltunterbrecher) verwendet werden, hatte man es bei den Frequenzströmen mit mehreren Hunderttau-

senden zu tun. Eine solche hohe Unterbrechungszahl ist mit mechanischen Mitteln nicht mehr zu erreichen und zwar kommen dabei die Trägheit der Massen in Betracht. Feddersen (1857) wies experimentell nach, daß die Entladungen einer Leydener Flasche oszillatorischer Natur seien, d. h., daß dem ersten Ausgleich der beiden Beläge sofort ein zweiter und mehr folgen und zwar ist die Aufeinanderfolge der einzelnen Entladungen, die sich in Gestalt eines glänzenden Funkens dem Beschauer kenntlich machen, eine so schnelle, daß das Auge nicht im stande ist, dem Wechsel zu folgen, vielmehr ihm der ganze Vorgang als ein einziger Funke erscheint. Zu erklären ist dieser Vorgang ungefähr so: Nach dem ersten Ausgleich flutet die in der Flasche angesammelte Elektrizitätsmenge zurück, um im nächsten Augenblick wieder zur Ausgleichstelle umzukehren u. s. f.

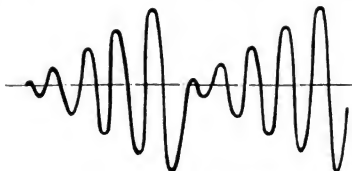


Abb. 172. Verlauf von Entladungen.

Schaltet man nun solche Flaschen in den Sekundärstromkreis eines Induktors ein, so fließt bei jeder Unterbrechung des Primärstromes eine entsprechende Menge hochgespannten Stromes in die Flaschen und ladet dieselben wieder. Es findet sodann während jeder Ladung ein in dieser Periode stetig an Stärke abnehmender Ausgleich statt, der schematisch durch Abb. 172 veranschaulicht ist. Wählt man einen den Stromverhältnissen des Induktors und den Größen der Flaschen entsprechenden Leiter (Spule) von geringem Widerstand, aber hoher Selbstinduktion, d. i. die Eigenschaft der Windungen unter sich durch Induktion die Spannung zu erhöhen, so kann der Fall eintreten, daß, bei dem Parallelschalten dieses Leiters zur Funkenstrecke, ein Maximum der Spannungen für die gegebenen Verhältnisse in demselben erreicht wird. In der Spule treten dieselben Schwingungen auf wie im Erregerstromkreise. Befestigt man das Ende einer zweiten Spule an der erwähnten Selbstinduktionsspule, wobei das andere Ende frei ist, so werden in dieser

Spule ebenfalls Schwingungen auftreten, und zwar erhält man bei einem bestimmten Anschluß, der wiederum sich nach den ganzen Größenverhältnissen richtet, eine elektrische Welle, die sich dadurch kennzeichnet, daß an dem freien Ende ein Wellenbauch (oder Amplitude) auftritt. Dabei ist der Anschlußpunkt ein Nullpunkt. Nach der Erklärung einer Welle ist die zweite Spule gleich $\frac{1}{4}$ Wellenlänge. Man sagt, die zweite Spule, auch Resonator genannt, steht mit dem ganzen System in Resonanz. Die an dem freien Ende auftretenden Schwingungen läßt man auf den Körper des Patienten einwirken. Trotz der hohen Spannung von mehreren Hunderttausend Volt, sind diese Ströme für den menschlichen Körper vollständig ungefährlich und rufen eine kaum nennenswerte Schmerzempfindung hervor. Es ist dies dadurch zu erklären, daß die Erregungsfähigkeit der menschlichen Nerven nur auf ganz bestimmte Schwingungszahlen vorhanden ist und daß die hier in Betracht kommenden Hochfrequenzströme diese Zahl bei weitem überschreiten.

Aber selbst diese Spannungen sind nicht immer genügend geeignet zur Arsonvalisation; man umgibt das erste Solenoid mit einem zweiten Leiter von der gleichen Gestalt aber bedeutend größerer Windungszahl und geringerem Querschnitt (Teslatransformator). Hierbei erhält man in dem zweiten Solenoid einen Strom, der um den zehn oder zwanzigfachen Betrag gesteigerte Spannung hat und der nun erst dem Patienten mit Hilfe des Resonators zugeführt wird.

Das Verfahren bei der Arsonvalisation kann in lokaler oder allgemeiner Applikation bestehen.

Bei der lokalen Behandlung können die Ströme (durch Nebenschließen zum ersten Solenoid oder direkt vom zweiten Solenoid aus) als Büschel oder Funkenentladung auf den Patienten übergeleitet werden. Ein Pol kann dabei zur Erde geführt werden. Mit Hilfe einer als Kondensator ausgebildeten Elektrode können die Ströme indirekt appliziert werden, wobei der menschliche Körper die influenzierende äußere Belegung eines Kondensators bildet. Bei der Applikation geht ein feiner Funkenregen auf die Haut über, der sich bei wachsender Entfernung in Büschelentladungen verwandelt. Die letztere Methode wird im großen in dem Kondensatorbett verwendet, das weiter unten beschrieben ist.

Die allgemeine Behandlung oder auch Autokonduktion wird in der Weise gehandhabt, daß der Patient in einem genügend großen Solenoid (Resonator) Platz findet. Die Induktionsströme

treten dann direkt im Körper des Patienten auf, der für Hochfrequenzströme einen guten Leiter bildet.

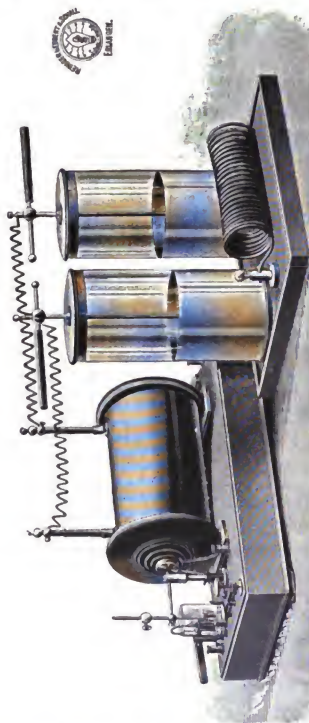


Abb. 173. Einrichtung für Arsonvalisation.

Die Anordnung nach D'Arsonval ist in Abb. 173 dargestellt. Die beiden Pole des Induktors (links) sind zu den inneren Belägen zweier Leydener Flaschen geführt. Die äußeren Beläge sind durch ein Solenoid miteinander verbunden. Der Funke spielt an einer

Funkenstrecke, die an den Einführungsstangen der inneren Beläge befestigt ist. Die Entfernung der Funkenstrecke kann beliebig ein-

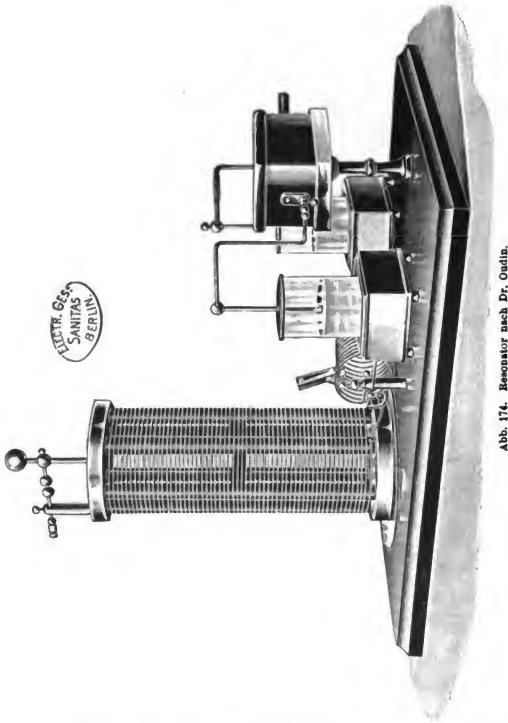


Abb. 174. Resonator nach Dr. Oudin.

gestellt werden. Von dem Solenoid werden die Hochfrequenzströme mittels aufgeklemmten Hakens abgenommen. Eine Regulierung der Kapazität ist wegen der veränderlichen Funkenstrecke entbehrlich. Um den Schall und das Licht des überspringenden Funkens

abzudämpfen, wird die Funkenstrecke vorteilhaft mit einem Kasten umkleidet.

Schaltet man an das Primär-Solenoid einen Resonator, so erhält man den Resonator nach Dr. Oudin, der aus Abb. 174 ersichtlich. Der Apparat ist von der Firma Sanitas, Berlin gebaut. Die Anordnung ist eine ähnliche wie die der vorhergehenden Ausführung,



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 175. Solenoid für Autokonduktion.

Abb. 173. Rechts ist die in einem Kästchen untergebrachte Funkenstrecke. Die folgende Abb. 175 zeigt ein Solenoid für Autokonduktion von Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen. Die Größenausdehnung ist so bemessen, daß der Patient bequem darin stehen oder sitzen kann.

Um den Patienten in liegender Stellung behandeln zu können, wird der Apparat so ausgeführt, daß der erstere auf einem Tische liegt, um den das Gestell horizontal angeordnet ist. Der obere Teil ist dann abnehmbar, damit der Patient bequem Platz nehmen kann.

Das Kondensatorbett nach Apostoli ist ein gepolsterter Tisch, auf dem der Patient liegt. Auf der unteren Seite des Tisches ist eine Metallplatte angeordnet. Wird der eine Pol des Transformators mit der Platte, der andere mit dem Patienten ver-

bunden, so bildet der letztere die eine Belegung eines Kondensators, während die andere Belegung durch die Platte gebildet wird. Das dazwischen befindliche Polster dient dann als Dielektrikum.

Die Elektroden zur lokalen Behandlung haben die mannigfaltigsten Formen, je nach der Art der Verwendung. Abb. 176 zeigt die Schaltung eines Arsonvalisationsapparates. Der Primärstrom der Batterie i wird durch den Hammerunterbrecher c, d zerhackt. Parallel zu Kontaktschraube d und Hammer c liegt der

Primärkondensator *h*, der den Zweck hat, die auftretenden Funken zu dämpfen.

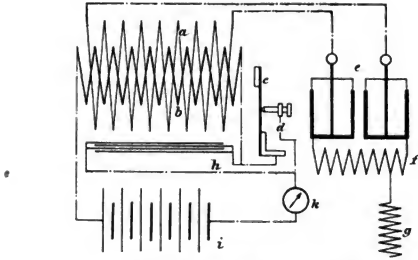


Abb. 176. Schaltung für Autokonduction.

Von den Klemmen der Sekundärspule *a* geht der Induktionsstrom zu den inneren Belägen der Flaschen *e*. Die äußeren Beläge sind durch die Selbstinduktionsspule *f* kurz geschlossen. An letztere wird dann die Resonatorspule angeschlossen.

Medizinische Literatur über Arsonvalisation.

Apostoli. De l'action thérapeutique des courants de haute fréquence dans l'arthritisme. Arch. d'électr. méd. Nr. 93, p. 475, 1900.

Apostoli et Berlioz. Sur l'action thérapeutique des courants alternatifs de haute fréquence. Archives d'électricité médicale 1897, p. 343. M. Chaigneau, 8, rue de Cheverus, Bordeaux.

Apostoli et Berlioz. Deuxième note sur l'action thérapeutique générale des courants alternatifs de haute fréquence. (Société de Biologie, séance d. 31. juillet 1897.) Bulletin officiel de la Société Française d'électrothérapie 1897, p. 219. Administration au Secrétariat général de la Société, 46, rue Pierre Charon, Paris.

d'Arsonval. Action physiologique des courants à haute fréquence. Moyens pratiques pour les produire d'une façon continue. Revue internationale d'électrothérapie 1897, p. 50. A. Maloine, 91, Boulevard Saint-Germain Paris.

d'Arsonval. Action thérapeutique des courants à haute fréquence. Revue internationale d'électrothérapie 1897, p. 53. A. Maloine, 91, Boulevard Saint-Germain, Paris.

d'Arsonval. Action physiologique et thérapeutique des courants à haute fréquence. Revue internationale d'électrothérapie 1897, p. 242. A. Maloine, 91, Boulevard Saint-Germain, Paris.

d'Arsonval. Action physiologique et thérapeutique des courants à haute

fréquence. Archives d'électricité médicale 1897, p. 164. M. Chaigneau, 8, rue de Cheverus, Bordeaux.

d'Arsonval. Suite et fin, ibidem p. 213.

d'Arsonval et Charrin. Les courants à haute fréquence. Revue internationale d'électrothérapie 1896, p. 825. A. Maloine, Boulevard Saint-Germain, Paris. Baedeker. Die Arsonvalisation.

Benedikt. Die Arsonvalisation in der Medizin. Wiener medizinische Wochenschrift 1899, Nr. 5. Administration: Wien I, Seilergasse 4.

Benedikt. Die „Arsonvalisation“ in der Medizin. Wiener med. Wochenschrift, Nr. 5, S. 201, 202, 1899.

Benedikt. L'Arsonvalisation en médecine. Arch. d'électr. méd. Nr. 77, p. 201, 1899.

Bergonié, J., Bordeaux. La valeur thérapeutique des courants de haute fréquence. (Internationaler neurologischer Kongreß in Brüssel.) Revue internationale d'électrothérapie 1898, p. 46. A. Maloine, 91, Boulevard Saint-Germain, Paris.

Billinkin. Anesthésie par l'effluve de haute fréquence dans l'ablation des hémorroïdes procidentes et des condylomes hémorroïdaux. Arch. d'électr. méd. 1902, pag. 764 u. ff.

Bishop, Francis B. Courants de haute tension dans le traitement des névrites. Arch. d'électr. méd. Nr. 73, p. 41, 1899.

Bisserié. Traitement du lupus érythémateux par les courants de haute fréquence. Arch. d'électr. méd. Nr. 68, p. 362, 1898.

Bisserié. Traitement du lupus érythémateux par les courants de haute fréquence. Arch. d'électr. méd. 1901, pag. 120—121 und 163—170.

Boinet et Chaillol, de Poncy. Recherches sur les effets thérapeutiques des courants de haute fréquence. (Société de Biologie, séance d. 31 juillet 1897.) Revue internationale d'électrothérapie. 1898, p. 9. A. Maloine, 91, Boulevard Saint-Germain, Paris.

Boisseau du Rocher. Les hautes intermittences. Arch. d'électr. méd. Nr. 92, p. 406, 1900.

Bonniot. Mode d'action du courant de haute fréquence à propos de la calorification. Arch. d'électr. méd. Nr. 92, p. 378. 1900.

Bordier. Traitement de la pelade par les courants de haute fréquence. Arch. d'électr. méd. 1901, pag. 193—196.

Bordier et Collet. Traitement de l'ozone par les courants de haute fréquence. Arch. d'électr. méd. 1902, pag. 490.

Bordier et Lecomte. Action des courants de haute fréquence. Archiv d'électr. méd. 1902, pag. 83 u. ff.

Bordier et Lecomte. Actions des courants de haute fréquence (autoconduction) sur la thermogenèse des animaux. Arch. d'électr. méd. Bordeaux 1902, X. 83—92, 4 Fig.

Bordier et Lecomte. Effets de l'application directe des courants de haute fréquence sur les animaux. Arch. d'électr. méd. 1903, pag. 129—135.

Bordier, H., et Moreau. Recherches sur la production d'ozone, fourni par les courants de haute fréquence et le Résonateur d'Oudin. Arch. d'électr. méd. Nr. 86, p. 57, 1899.

Bordier, H., et Moreau. Sur la production d'ozone par les courants de haute fréquence. Arch. d'électr. méd. Nr. 83, p. 546, 1899.

Bum. Über Anästhesie mit Hilfe von Hochfrequenzströmen (D'Arsonval). Österr.-ungar. Vierteljahres-Zeitschr. f. Zahnheilkunde 1902, Heft II, April.

Castagne. Action des courants de haute fréquence sur la tuberculose. Montpellier, Impr. Hamelin frères, 1901.

Crombie & Bokenham. Die Behandlung der atonischen Magendilatation mittels hochfrequenter Ströme. The Lancet 1902, 18. Oktober.

Denoyès. Action thérapeutique des applications directes des courants de haute fréquence. Arch. d'électr. méd. 1901, pag. 65—78 u. 129—147.

Denoyès. Les courants de haute fréquence; propriétés physiques, physiologiques et thérapeutiques. Montpellier, Impr. Hamelin frères, 1902, in 8°, Nr. 45, 374 p.

Denoyès, Matre et Rouvière. Action des courants de haute fréquence sur la sécrétion urinaire. Arch. d'électr. méd. 1901.

Dubois, L. Reims. Action des courants de haute fréquence sur la virulence des streptococques. Académie des Sciences, séance d. 5. avril 1897.

Dubois. Influence des courants électriques de haute fréquence sur la virulence des microbes. Acad. des sciences. 6. April 1897.

Deleginier (de Limoges). Emploi du courant triphasé des secteurs urbains pour la production des rayons X et de la haute fréquence. Arch. d'électr. méd. Nr. 62, p. 408, 1900.

Doumer. Traitement des hémorroïdes à l'état aigu par les courants de haute fréquence et haute tension. Arch. d'électr. méd. Nr. 92, p. 388, 1900.

Doumer. De l'emploi des courants de haute fréquence et de haute tension dans le traitement de la blennorrhagie et de ses complications les plus habituelles. Arch. d'électr. méd. Nr. 92, p. 403, 1900.

Doumer. Rapport sur les propriétés thérapeutiques des courants de haute fréquence et de haute tension. Arch. d'électr. méd. Nr. 92, p. 419, 1900.

Doumer. Action des courants de haute fréquence et de haute tension sur la tuberculose pulmonaire. (Annales d'électrobiologie etc. Nr. II, p. 123. 1900.)

Eulenburg, A. Über die Wirkung und Anwendung hochgespannter Ströme von starker Wechselzahl (d'Arsonval-Tesla-Ströme). Deutsche Medizinische Wochenschrift, Nr. 12, p. 197, 1900.

Eulenburg, A. Über Anwendung hochgespannter Wechselströme (Arsonvalisation). (Zeitschrift für Elektrotherapie u. ärztl. Elektrotechnik, Nr. 8, S. 161, 1901.)

Eulenburg, A. Sur l'application des courants de haute tension et de haute fréquence, d'après Tesla et d'Arsonval. Therap. Monatsschr. März 1900. Sitzung der Gesellschaft für innere Medizin, 15. II. 1900.

Everard. Electricité médicale Courants de haute fréquence. La clinique, 3. Nov. 1898. Journal méd. de Bruxelles, Nr. 46.

Gandil (Nizza). Traitement de la tuberculose pulmonaire par les effluves de haute fréquence provenant du résonateur de Oudin. Arch. d'électr. méd. Nr. 92, p. 422, 1900.

Gaston, Chabry et Rieder. Action curative des applications des méthodes électrothérapiques (douches statiques, haute fréquences, auto-conduction) sur les dermatoses. Arch. d'électr. méd. Nr. 96, p. 636, 1900.

Gantier et Larat. Les courants alternatifs à haute fréquence en thérapeutique. Revue internationale d'électrothérapie. 1896, p. 321. A. Maloine, 91, Boulevard Saint-Germain, Paris.

Guillaume. De l'influence des courants de haute fréquence sur l'activité de réduction de l'oxyhemoglobine. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1901. Nr. 172, 56 p.

Himstedt. Sur la décharge par les pointes avec les courants à haute fréquence. Arch. d'électr. méd. Nr. 90, p. 248, 1900.

Jellinek. Elektrizität und Chloroformnarkose. Wiener klin. Wochenschr. Nr. 45.

Imbert et Denoyès. Note sur le traitement des tuberculoses chirurgicales par les courants de haute fréquence. Arch. d'électr. méd. 1902, pag. 241.

Kurella, Hans. Beiträge zur Kenntnis der Ströme hoher Spannung und Wechselzahl. (Zeitschrift für Elektrotherapie und ärztl. Elektrotechnik, Nr. 9, S. 39, 1901.)

Lagriffoul, A., et J. Denoyès. Action des courants de haute fréquence sur la tuberculose expérimentale. Arch. d'électr. méd. Nr. 95, p. 533, 1900.

Lagriffoul et Denoyès. Action des courants de haute fréquence sur la tuberculose expérimentale. Arch. d'électr. méd. 1901, pag. 385—400.

Lagriffoul et Denoyès. Le traitement des Nevrites par les courants de haute fréquence. Arch. d'électr. méd. 1901, pag. 463—475.

Leredde. Le traitement des Lupus. Arch. d'électr. méd. 1902, pag. 335.

Maffei. Des courants à haute fréquence. Arch. d'électr. méd. Nr. 68, p. 366, 1898.

Mann, L., Breslau. Über die therapeutische Verwendung hochfrequenzierter (Arsonvalscher) Ströme. Zeitschrift für diätetisch-physikalische Therapie. III. Band, 1899, Heft 7, p. 596.

Maragliano. Le correndi et alta frequenza e ad alta tensione e loro trasmissione nell'organismo. Clin. med. ital. Milano 1901, XI, 432 u. ff., 5 fig.

Moutier, A. Du traitement de la neurasthénie par l'électricité à l'aide des courants alternatifs de haute fréquence. Bulletin officiel de la Société Française d'électrothérapie. 1897, p. 204. Administration au Secrétariat général de la Société, 46, rue de Pierre Charron, Paris.

Moutier, A. Über die Behandlung der Neurasthenie mit Wechselströmen hoher Frequenz (nach La France médicale 1898, Nr. 3). Allgemeine medizinische Zentralzeitung 11. Mai 1898, Nr. 38, p. 703. Exped. Oscar Coblentz, Berlin W. 35, Derfflingerstr. 22a.

Moutier, A. Du traitement de l'hypertension artérielle par la d'arsonvalisation. Arch. d'électr. méd. Nr. 95, p. 590, 1900.

Moutier, A. Essai sur le traitement des lithiases par le courants de haute fréquence. Arch. d'électr. méd. Nr. 85, p. 46, 1899 und Arch. d'électr. méd. Nr. 91, p. 350, 1900.

Moutier, A. Sur l'action des courants de haute fréquence au point de vue de la tension artérielle.

Oudin, P. Résonnateur de haute tension du Dr. Oudin, modèle Radiguet. Revue internationale d'électrothérapie 1898.

Oudin, P. Action thérapeutique locale des courants à haute fréquence Académie des Sciences séance d. 14 et 21 juin 1897. Bulletin off. d. l. Soc. franç. d'électrothérapie 1897.

Oudin, P. Action thérapeutique locale des courants à haute fréquence. L'Électricien 3. VII. 97, p. 10.

Oudin, P. Nouveau modèle d'électrode, pour courants de haute fréquence. *Archives d'électricité médicale*. 1897, p. 252. M. Chaigneau, 8, rue de Cheverus, Bordeaux.

Oudin, P. Wirkungsweise des Wechselstromes und der hochgespannten Ströme bei Erkrankungen der Haut und der Schleimhäute. *Monatshefte für prakt. Dermatologie* 26, 4.

Oudin, P. Rapport sur la propriété physiologiques des courants de haute tension et de haute fréquence. *Arch. d'électr. méd.* Nr. 92, p. 418, 1900.

Querton, Louis. Action des courants à haute fréquence et à haute tension au point de vue physiologique. *Arch. d'électr. méd.* Nr. 81, p. 504, 1899.

Regnier & Didsbury. Ein neues Verfahren zur Unempfindlichmachung der Zähne durch Elektrizität. *Allgem. med. Zentralzeitg.* 1902, Nr. 23, pag. 270.

Regnier & Didsbury. Nouveau procédé d'analgésie, des dents à l'aide de l'électricité. *Arch. d'électr. méd.* 1902, pag. 71 u. ff.

Rivière. Action of currents of high frequency upon tuberculosis. *The journal of physik. therapeutics* 1901, Bd. 2, Nr. 3.

Rivière (de Paris). Action des effluves de haute fréquence sur la tuberculose et les tumeurs malignes. *Arch. d'électr. méd.* Nr. 92, p. 423, 1900.

Schiff. Elektrode zur Erzeugung diffuser Polentladungen hochgespannter Induktionsströme. (*Deutsche Med.-Ztg.* Nr. 5, S. 58, 1901.)

Sudnik, R. Action thérap. locale des courants de haute fréquence. (*Annales d'électrobiologie etc.*, II. Nr. 3, p. 306. 1899.)

Stembo. Über Behandlung der Hämorrhoiden mittels Arsonvalisation. *Deutsche med. Wochenschr.* 1902, Nr. 8, pag. 142 u. ff.

Stembo. Über die physiologische Wirkung und therapeutische Anwendung hochgespannter Ströme von starker Wechselzahl (Arsonvalströme). *Saint Petersburg, med. Wochenschr.*, 1902, n. F. XIX, 96 u. ff., 2 fig.

Strebel. Hochfrequenzströme und Lungentuberkulose. *Ärztl. Rundschau* 1902, Nr. 24 u. 25.

Tripet. De l'action des courants de haute fréquence (d'Arsonvalisation) sur l'activité de réduction de l'oxyhémoglobine. *Arch. d'électr. méd.* Nr. 92, p. 375, 1900.

Tripet. Wirkung der Hochfrequenzströme auf den Gaswechsel der Gewebe. (Action des courants à haute fréquence sur la respiration élémentaire) activité des échanges entre le sang et les tissus. (C. R. de l'Académie des sciences 29. VI. 1900. Ref.: *Zeitschrift f. Elektrotherap. und ärztl. Elektrotechnik*, Nr. 8, S. 182, 1901.)

Tripet. Note relative à l'action des courants de haute fréquence (d'Arsonvalisation) sur l'activité de réduction de l'oxyhémoglobine. *Bull. off. Soc. franc. d'électrothér.* Paris 1900, XII. 137—176, 4 tabl.

Vigouroux, R. Sur l'emploi thérapeutique des courants à haute fréquence. *Revue internationale d'électrothérapie* 1897, p. 78. A. Maloine, 91, Boulevard Saint-Germain, Paris.

Vigouroux, R. Le traitement des maladies par ralentissement de la nutrition au moyen des courants à haute fréquence. *Revue inter. d'électrothérapie* 1896.

Vinaj. Action des courants de haute fréquence sur les échanges. *Recherches expérimentales et clinique.* *Arch. d'électr. méd.* 1900.

Vinas. L'échange organique sous l'action des courants à haute fréquence. *Arch. d'électr. méd.* 1899.

Vizioli. Contribution à l'action sédativ profonde des courant d'arsonvaliques. Arch. d'électr. méd. 1899. Nr. 85.

Williams. The treatment of phthisis by means of electrical currents of high frequency and potential. Lancet, Londres 1901. II. 617.

c) Wechselstrom.

Sinusoidale Faradisation.

Der sinusoidale faradische Strom kennzeichnet sich hauptsächlich durch allmähliches An- und Abschwellen und gleichmäßigen Verlauf der einzelnen Stromimpulse, wodurch besondere Heilwirkungen erzielt werden.

Die Erklärung dieses Verlaufs des Stromes soll an Hand von Stromkurven geschehen, die Abb. 177 a—d zeigen. Man denke sich

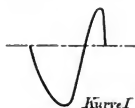


Abb. 177 a.

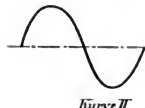


Abb. 177 b.

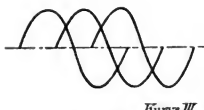


Abb. 177 c.



Abb. 177 d.

die Spannungen eines induzierten Stromes gewöhnlicher Induktionsapparate der zugehörigen Zeit entsprechend registriert, so erhält man Kurve I. Das plötzliche Schließen des Primärstromes ruft in der Sekundärspule eine dem unteren Teil der Kurve entsprechende Spannung hervor. Beim Öffnen des Primärstromes steigt die Sekundärspannung schnell auf ihren höchsten Wert, um ebenso schnell wieder zu verschwinden; entsprechend dem oberen Teil der Kurve. Im unteren Verlauf ist die Sekundärspule stromlos (horizontaler Kurvenverlauf).

Der sinusoidale einphasige Wechselstrom (Kurve II) zeigt in seinem Verlauf ein, den Zeiten entsprechendes, gleichmäßiges Spannungs-Anwachsen und -Abfallen. Der Strom steigt in eine-

gewissen Zeit allmählich bis zu einem höchsten positiven Werte, um in derselben Zeit wieder auf den Nullwert herabzusinken und dann denselben Verlauf in der negativen Richtung zu haben. Die Änderung des Stromes entspricht fast vollständig dem Sinusgesetz und die Stromkurve II ist eine harmonisch verlaufende Sinuslinie, wovon auch der Name herrührt. Die je zwei Polwechseln entsprechende Kurvenstrecke nennt man eine Periode. Praktisch werden Ströme von 25—60 Perioden verwendet.

Denkt man sich drei Wechselströme nach Kurve II während der Dauer einer Periode gleichmäßig nacheinander einsetzend, (also in Reihenfolge von $\frac{1}{3}$ Periode) so erhält man den dreiphasigen sinusoidalen Wechselstrom oder Drehstrom nach Kurve III. Die drei Ströme können unter Benutzung dreier Leitungen und dreier Elektroden zugleich angewendet werden. Je zwei der Leitungen liefern einen Wechselstrom nach Kurve II. Zweiphasiger Wechselstrom findet in der Elektrotherapie kaum Anwendung, weil alsdann vier Elektroden notwendig würden. Ebenso wenig wird ein mehrphasiger Wechselstrom benutzt, und zwar aus demselben Grunde.

Wendet man einen Strom nach Kurve IV an, so erzielt man neben der faradischen Wirkung noch einige elektrolytische und kataphorische Effekte. Der Strom ist ein pulsierender oder schwellender und geht nicht in die negative Richtung über.

Die bestehenden Wechsel- und Drehstromzentralen genügen den Anforderungen in der Elektrotherapie, sofern man auf die Regulierung der Perioden und die Anwendung des sinusoidalen gleichgerichteten Stromes Verzicht leistet. Alsdann sind sehr einfache Apparate, sogenannte Transformatoren zur beliebigen Reduzierung und Regulierung der Spannungen erforderlich. Ein Transformator besteht aus einem Eisenkern, über den die Primärspule und die Sekundärspule gewickelt ist. Derselbe unterscheidet sich insofern von einem gewöhnlichen Induktionsapparate, als der Stromunterbrecher hierbei fortfällt. Ein vorgeschalteter Rheostat erlaubt die Regulierung der reduzierten Spannung. Zur Strom- und Spannungsmessung dient ein Volt- und Ampèremeter gewöhnlicher Konstruktion für Wechselstrom.

Will man die Periodenzahlregulierung, so bedient man sich eines rotierenden Wechselstrom-Transformers. Die Regulierung ist insofern von Wichtigkeit, als die gebräuchlichen Zentralen einen Strom von 4800—6000 Polwechseln liefern, der beim Patienten ein unangenehmes Brennen auf der Haut hervorruft. Die Periodenzahl

kann in diesen Transformatoren auf ca. 800 Polwechsel reduziert werden.

Steht nur Gleichstrom zur Verfügung, so muß derselbe in einem rotierenden Umformer in Wechselstrom verwandelt werden. Einen

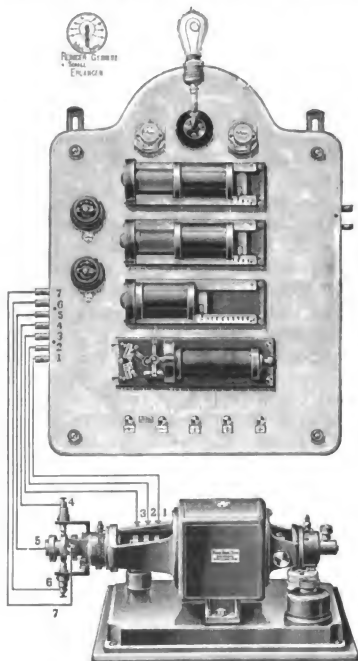


Abb. 178. Umformer für sinusödale Faradisation.

solchen Apparat zeigt Abb. 178, der von Reiniger, Gebbert & Schall gebaut ist. Derselbe besteht aus einem Sinusödal-Transformer, Regulier rheostat für Gleichstrom, sowie Graphit rheostat zur Regulierung des Wechselstromes.

Der sinusoidale Wechselstrom kann ebenso wie der faradische Strom zu Bädern benutzt werden und lassen sich alsdann sämtliche Badeeinrichtungen und Vorrichtung der Galvanisation verwenden.



ELECTR. GES. SANITAS
DESIN

Abb. 179. *Fahrbahre Einrichtung für sinusoidale Faradisation.*

Abb. 179 zeigt eine vollständige Einrichtung zur Erzeugung und Regulierung des sinusoidalen Wechselstromes für Dreiphasenstrom. Die Regulierapparate sind so eingerichtet, daß die Sekundärspule eines Transformators verschiebbar ist. Die Spannung kann hierdurch auf das feinste reguliert werden.

Medizinische Literatur über sinusoidale Faradisation.

Alvaro de Lacerda (de Rio de Janeiro). Électrisation sinusoidale. „Bulletin d'électrothérapie“ 1897, Seite 133.

Alvaro de Lacerda (de Rio de Janeiro). Des Cérébrasthénies et de leur traitement électrothérapique. Revue internationale d'électrothérapie. 1896. Nr. 5 und 6, S. 181. (Article III. Électrisation sinusoidale.)

Zacharias und Müsch. Elektromedizinische Apparate.

Apostoli, G. Deuxième note sur les applications nouvelles du courant ondulatoire en gynécologie. Archives d'électricité médicale 1897, Seite 338.

Apostoli, G. Note sur les applications nouvelles du courant ondulatoire en thérapeutique électrique 1897, Seite 209.

Apostoli, G. Nouvel emploi du courant ondulatoire en gynécologie. Arch. d'électr. méd. Nr. 78, p. 40. 1899.

Apostoli, G. Sur les applications nouvelles du courant ondulatoire en thérapeutique générale.

Apostoli, G. Sur les applications nouvelles du courant ondulatoire en gynécologie. Arch. d'électr. méd. Nr. 87, p. 184. 1900.

Gautier, G., et J. Larat. Le courant alternatif ondulatoire. Ses propriétés thérapeutiques. Arch. d'électr. méd. Nr. 83, p. 146. 1889.

Gautier, G., et J. Larat. Le courant alternatif ondulatoire. Ses propriétés thérapeutiques. Arch. d'Électr. méd. Nr. 83. 1899.

Gautier, G., et J. Larat. Les courants alternatifs sinusoïdaux en thérapeutique. Revue internat. d'électrothérapie.

Hornung, O. Eine neue Therapie der Herzmuskelsuffizienz. Zeitschrift für Krankenpflege. 1902. Nr. 3.

Hornung, O. Die Elektrotherapie der Herzmuskelsuffizienz. Berner Kongreß für Elektrologie. 1902.

Keelogg. Étude graphique des courants électriques par Rapport d'électrothérapie. 1895.

Marquès, F. J. Des applications thérapeutiques du courant ondulatoire en gynécologie. Rev. intern. de méd. et de Chir. 1898. Nr. 16, pag. 281 und Arch. d'électr. méd. Nr. 75, p. 130. 1899.

Smith, A., Schloß Marbach a. Bodensee. Über den heutigen Stand der funktionellen Herzdiagnostik und Herztherapie, Berliner Klinik, Heft 166, April 1902, Seite 78 und folgende.

Zimmern, A. Le courant alternatif sinusoïdal. Les applications thérapeutiques et particulièrement en gynécologie. Progrès Médical 1899, Nr. 56, Nr. 61 und Revue intern. d'électr. Nr. 11 u. 12, p. 312. 1899.

Zimmern, A. Les courants ondulatoires et leurs applications thérapeutiques particulièrement en gynécologie. Revue intern. d'électrothérapie. Nr. 11 u. 12, p. 318. 1899.

2. Magnetische Heilapparate.

Schon in früheren Zeiten hat man Apparate aus Magneten bzw. Elektromagneten zusammengestellt, denen man gewisse heilsame Wirkungen zuschrieb. Insbesondere suchte man durch Bestreichen oder ständiges Auflegen bzw. Tragen von Stahlmagneten, auf den menschlichen Organismus einzuwirken. Man hat jedoch mit der Zeit alle diese Heilapparate verlassen, sich aber neuerdings mit „elektromagnetischer Therapie“ beschäftigt. —

Da nach heutiger Naturerkenntnis sowohl die Elektrizität als auch der Magnetismus wie Elektromagnetismus auf Bewegungen des Äthers beruhen, und außerdem alle Stoffe von steten Äther-

schwingungen umgeben sein müssen, deren Bewegung von denjenigen des Lichts sich nur durch die Wellenlänge unterscheiden dürfte, so ist es gar nicht zweifelhaft, da wir die Heilwirkungen des Lichtes und der Elektrizität kennen, daß unter Umständen auch Magnete eine physiologische Wirkung auszuüben vermögen. Alle diese Einwirkungen müssen wir logischerweise als auf Ätherdruck beruhend ansehen. Die Formwandlung der im Raum allgemein vorhandenen Energie hat uns früher dazu verleitet, von einer Umwandlung der Kraft in verschiedene Kräfte zu sprechen. Nach „einheitlicher Naturanschauung“ kann es jedoch nur eine Kraft geben, welche lediglich verschiedene Erscheinungsformen annimmt. Wenn wir also von mechanischer, chemischer, elektrochemischer, elektrischer oder magnetischer Kraft sprechen, so dürfen wir dabei nicht vergessen, daß alle diese Kraftformen gleichen Ursprungs sind. —

Da die Kraft der sogenannten Dauermagnete ziemlich beschränkt ist, so können wir lediglich nur durch Anwendung von starken Elektromagneten erheblichen Einfluß auf den menschlichen Körper ausüben.

Durch Zufall fand der Elektro-Ingenieur Eugen Konrad, daß Arbeiter, welche Elektromagnete für technische Zwecke herstellen und damit Versuche machten, ohne jede vorausgegangene Beeinflussung schmerzlindernde Wirkungen bei anhaltenden heftigen Neuralgien empfanden. Diese zu wiederholten Malen gemachte Wahrnehmung veranlaßte ihn, die Möglichkeit therapeutischer Verwendung der elektromagnetischen Ströme, welche, von wellenförmigen, starken elektrischen Strömen mit wechselnder Polarität, niedriger Spannung und Frequenz erregt wurden, weiter zu ergründen bzw. verfolgen zu lassen. Dem Direktor des staatlichen Krankenhauses in Aarau (Schweiz), Dr. Bircher, in Verbindung mit seinen Assistenten gebührt das Verdienst, die von Eugen Konrad gemachten Beobachtungen sowie physiologischen Experimente geprüft, ergänzt und weiter ausgebildet zu haben. Er hatte den wissenschaftlichen Eifer und auch den Mut, trotz des gewiß oft zu weit gehenden Skeptizismus, der in Befangenheit und Vorurteil ausarten kann, eine Neuerung in der Therapie zu prüfen und nach den günstig ausgefallenen Beobachtungen und Erfahrungen in die Medizin einzuführen. Nachdem die medizinisch berechtigte Grundlage zur Anwendung eines neuen Heilverfahrens gegeben war, fand dieses weitere Ausdehnung durch Dr. Rodari in Zürich und E. K. Müller.

In den letzten Jahren sind infolgedessen eine ganze Reihe von elektromagnetischen Heilapparaten konstruiert worden und ist ein

heftiger Streit über den Wert der einzelnen Einrichtungen entstanden. Es stehen sich insbesondere zwei Systeme gegenüber, die einen verwenden Wechselstromelektromagnete in verschiedener Form und erzeugen den Wechselstrom auch in verschiedener Weise: die andern verwenden schnell umlaufende Gleichstrommagnete, nach der Konstruktion von R. Trüb & Co., welche Hufeisenform haben, und eine Kraft von 20—50 000 Ampèrewindungen besitzen (s. „Elektrotechnische Mitteilungen“ Heft I, 1903 sowie „Elektrische Spektra“ von Johannes Zacharias, Leipzig 1904 S. 98—104). Welche Konstruktion von Elektromagneten für therapeutische Zwecke am geeignetsten sei, läßt sich natürlich in physiologischer Hinsicht nicht

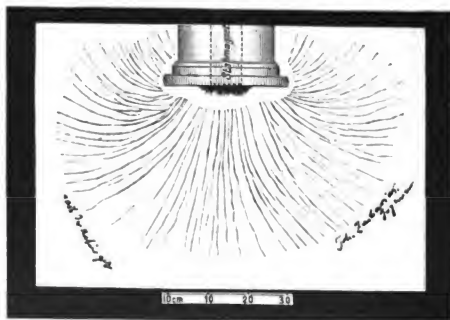


Abb. 180. Wechselstromfeld von Müllers Elektromagnet.

schnell und sicher beurteilen, während in Bezug auf die Gestalt und Kraft des magnetischen Feldes eine Entscheidung nicht schwer hält (s. a. „Zeitschrift für Elektrotherapie und physikalische Heilmethoden“ von Dr. Hans Kurella. V. Jahrgang, Nr. 4).

Man nahm Gelegenheit, Elektromagnete verschiedener Stromart vom rein physikalisch-technischen Standpunkte aus praktisch durch Feilspanbilder zu untersuchen, und zwar mit Starkstrom von 120 bis 220 Volt und bei Stromstärken von 2—40 Ampère. Das im Bilde sichtbare Feld hatte hierbei mit Gleichstrom eine Ausdehnung von 60×90 bis 90×140 cm. Die Feilspankurven wurden in natürlicher Größe auf sehr starken Kartonbogen mit dem Bleistift nachgezogen und danach ein naturgetreues Bild von Hand gemalt oder auch

gleichzeitig eine photographische Aufnahme vom Feilspanbilde gemacht. Die Aufnahmen mit Wechselstrom wurden bei etwa 120 Volt ausgeführt. Der Strom wurde entweder dem Leitungsnetz direkt



Abb. 181. Gleichstromfeld System Trüb & Co., vordere Hälfte.

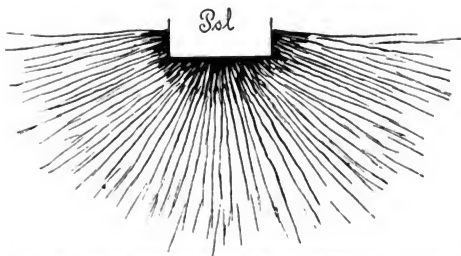


Abb. 182. Skizze des Feldes beim Möllerschen Elektromagnet, vordere Hälfte.

entnommen oder mit den Apparaten nach Grisson aus 220 Volt Gleichstrom umgeformt.¹⁾ Die Versuche zeigten, daß man mit

¹⁾ Rotierender Polwechseler mit elektrolytischen Gleichrichtern. Es ist neuerdings beobachtet worden, daß Glühlicht mit Wechselströmen betrieben leicht Kopfschmerz verursacht, — wohl zufolge heftiger Erschütterungen der Nerven. Danach wäre also längere Behandlung mit Wechselströmen nicht zu empfehlen.

Wechselstrom nur Felder von sehr geringer Ausdehnung erhält und zwar sowohl bei einem graden als auch einem hufeisenförmigen Eisenkern.



Abb. 183. Skizze des Gleichstromfeldes Trüb & Co.

Die Wechselstromfelder hatten selbst bei hohen Stromstärken bis zu 40 Ampère nur eine im Bilde sichtbare Ausdehnung von

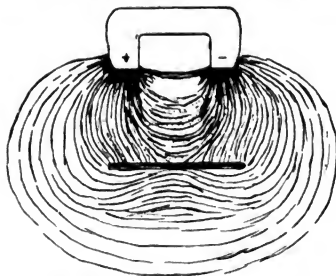


Abb. 184. Gleichstromfeld mit Eisenplatte.

30×50 bis 40×45 cm. Abb. 180 zeigt das Feld des System Konrad auf einer Seite des Elektromagneten. Die Versuche wurden mit

Apparaten von drei verschiedenen Fabrikanten ausgeführt und es zeigte sich, daß der hufeisenförmige Gleichstrom-Elektromagnet System Trüb, der von der Firma Lüthi & Buhtz verwendet wird, das größte sichtbare Feld ergibt. Da derselbe für Heilzwecke mit

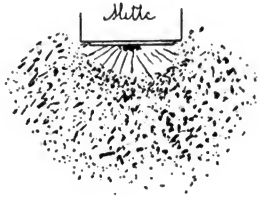


Abb. 185. Feldmitte.

einem Elektromotor direkt gekoppelt ist, der 1500—2000 Umläufe in der Minute macht, so erhält man ein rotierendes, wechselndes Gleichstromfeld von intensivster Wirksamkeit.



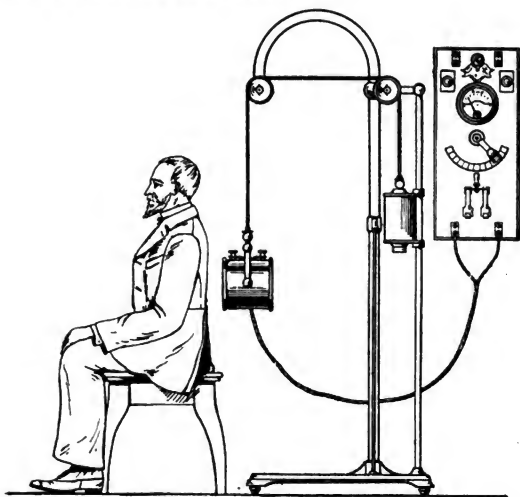
Abb. 186. Rotierendes Gleichstromfeld.

Die beigegebenen Abbildungen mögen das oben Gesagte veranschaulichen. Um Irrtümer zu vermeiden ist noch zu bemerken, daß die Figuren nicht alle in gleichem Maßstabe verkleinert sind.

Abb. 181 zeigt das Feld des Trübschen Elektromagneten bei wagerecht ruhendem Hufeisen mit 4 Ampère Stromstärke, während

der gerade Wechselstrom-Elektromagnet, Abb. 180, nach Müller bei etwa 40 Ampère ein viel kleineres Feld ergab, wobei auch nur ein Ende des Eisenkerns für Heilzwecke ausgenutzt ist, während beim Hufeisen Abb. 181 eine viel bessere Ausnutzung vorhanden ist.

Um in allen Verhältnissen die Gestalt des Feilspanbildes am Trübschen Elektromagneten kennen zu lernen, wurden noch vier verschiedene Aufnahmen gemacht, von denen die Skizzen Abb. 183 bis 186 eine Vorstellung geben mögen.



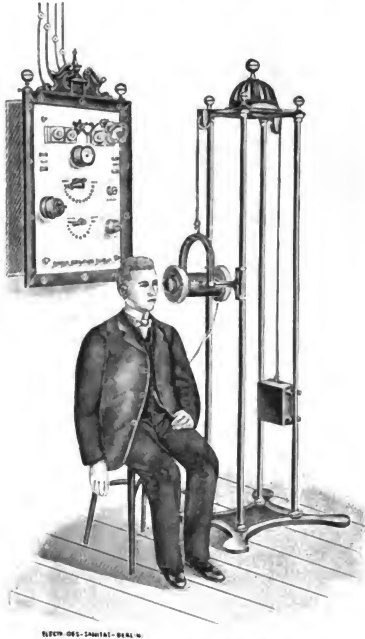
Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 187. Elektromagnet System Konrad.

Abb. 183 zeigt nochmals deutlicher den Verlauf der Feilspankurven in groben charakteristischen Linien. In Abb. 184 ist das Feld durch eine 10 mm starke runde Eisenplatte von etwa 20 cm Durchmesser verändert worden. Abb. 185 zeigt das Bild bei senkrecht stehendem Hufeisen.

Das Bild Abb. 186 ist in der Weise entstanden, daß zunächst eine Aufnahme wie in Abb. 181 hergestellt und dann der Elektro-

magnet mit etwa 1500 Minuten-Umdrehungen in Betrieb gesetzt wurde. Hierdurch sind die in der Nähe befindlichen Feilspäne teilweise zusammengeworfen, während die entfernteren infolge zu starker Reibung auf dem Karton liegen blieben. Dicht am Schutzgehäuse



RECHEN-DES-SCHNITT-DELLER

Abb. 188. Elektromagnet System Breiger.

des Elektromagneten wurde ein anderer Teil der Feilspäne herumgewirbelt, wobei sich beobachten ließ, daß ganz feine Teilchen abgeschleudert wurden und sich auf dem Karton in Richtung der zuvor erzeugten Feilspankurven bewegten, wie dies durch einige schwache Linien in Abb. 186 angedeutet ist.

Zur bequemen Handhabung der Heilmagnete sind dieselben in einem senkrechten Gestell so angebracht, daß sie in ihrer Höhen-



Abb. 189. Rückenbehandlung.

lage und wagrechten Richtung nach Bedarf bewegt werden können. Abb. 187 zeigt die Einrichtung des Systems Konrad, der Wechsel-



Abb. 190. Kniebehandlung.



Abb. 190 a. Fußbehandlung.

stromelektromagnet ist verhältnismäßig kurz und enthält keine weiteren Teile. Ganz ähnlich ist die Einrichtung des „Neuron“

genannten Apparates nach Dr. Breiger, Abb. 188, der von der Elektrizitäts-Gesellschaft Sanitas zu Berlin gefertigt wird. Der letztere bedarf nicht, wie der zuvor erwähnte Apparat, einer besonderen Kühlvorrichtung.

Bei allen Systemen, wie auch demjenigen von Trüb, welches in den Abb. 189—191 abgebildet ist, wird der Anschluß an das Elektrizitätswerk an einer besonderen Schalttafel bewirkt, an der auch die erforderlichen Regelvorrichtungen angebracht sind. Neuerdings ist die Schalttafel auf einem fahrbaren Tisch angeordnet.



Abb. 191. Einrichtung für Elektrotherapie System Trüb in Berlin.

Die Elektrizitätsgesellschaft Gebr. Ruhstrat in Göttingen fertigt für Heilzwecke ringförmige Elektromagnete mit etwa $\frac{3}{4}$ Kreislänge des Eisenkerns, welche für $\frac{1}{3}$ —3 Kw gebaut werden.

Der zu behandelnde Körperteil, z. B. der Kopf, wird in die Lücke zwischen den Enden des Eisenkerns gebracht. Der Magnet wird mit Gleichstrom schnell wechselnder Richtung betrieben, der entweder durch Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer oder aus einem Wechselstromnetz entnommen wird. Der Apparat ist ziemlich umfangreich und schwer, kann jedoch an einem Gestell befestigt in jede Lage gebracht werden. Je nach Bedarf wird die magnetische Kraft durch Veränderung der tätigen Windungszahl ge-

wechselt. Eine Ansicht des Apparates zeigt Abb. 191a. Durch die Schraube g und Arme mm' wird die Öffnung zwischen den Polen nach Bedarf verändert.

Man hat lange darüber gestritten, ob das bewegte Gleichstromfeld oder das ruhende Wechselstromfeld eines Elektromagneten überhaupt auf die Nerven, Zellgewebe, Blutgefäße u. s. w. irgend eine Wirkung ausüben könne. Nachdem jedoch in verschiedenen Orten hervorragende Erfolge erzielt sind, fängt man an, sich mehr für die elektromagnetische Heilmethode zu interessieren. Es ist auch kein Zweifel, daß Einflüsse stattfinden. Beruht doch der

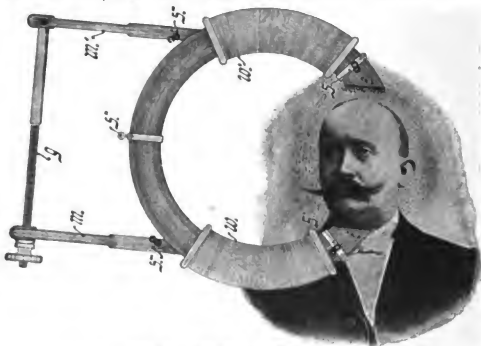


Abb. 191a. Elektromagnet System Ruhstrat.

Magnetismus als solcher schon auf Bewegung des elektrischen Stromes um den Eisenkern. Die magnetische Kraft liegt also außerhalb des letzteren (worüber ausführlicher gesprochen ist in: Japing „Elektrische Kraftübertragung“, IV. Auflage, von Joh. Zacharias, Wien. A. Hartleben, 1905.)

Die „zentrifugale Expansion“ in der Indifferenzzone, hervorgerufen durch die Bewegung um den Eisenkern (elektrischen Strom), erzeugt an den Enden „zentripetale Depression“ oder Druck, den man bisher als „magnetische Anziehung“ bezeichnete.

Wenn dieser kinetische Vorgang noch durch Rotation erheblich verstärkt wird, wie bei dem System Trüb, so findet eine „förmliche Massage“ des demselben ausgesetzten Körpers statt, ganz abgesehen von sonstigen Einflüssen. Die Enden der Eisenkerne

eines Elektromagneten strahlen nicht aus, sondern die Kraft wirkt nach ihnen hin. Auch in der Indifferenzzone ist die Bewegung nicht „strahlenförmig“. Den Apparat also, wie viele tun, „Radiator“ zu nennen, gibt bei der immer noch herrschenden Unklarheit und unmöglichen Faradayschen Lehre über die „Kraftlinien“ erst recht Verwirrung. Man kann nur die kinetische Auffassung von Joh. Zacharias als einzig möglich annehmen.

Hierzu kommt noch, daß derselbe durch seine „Astatischen Magnete aus einem Stück“ (die in verschiedenen Staaten patentiert wurden) auch umgekehrt Wirkungen des menschlichen Körpers auf Magnete nachgewiesen hat, (s. „Elektrische Spektra“ S. 115—121). Der Einfluß beider Hände einer Person ist sogar verschieden, auch finden individuelle Unterschiede statt. —

Man hat zwar versucht diese Erscheinungen als lächerlich und auf Irrtum beruhend hinzustellen. An den Tatsachen ist jedoch nicht zu rütteln, sie sind einwandfrei erwiesen. —

Wohl aber ist es ein Unding, wenn man wie bisher lehrt, daß Magnetismus in Ampèreschen „Molekularströmen“ also auf Bewegung beruht, aber gleichzeitig behauptet, wir hätten „zwei Magnetismen“ in jedem Magneten einen „positiven“ und einen „negativen“, deren Summe gleich Null ist. Wie kann man solche Widersprüche als eine „wissenschaftliche“ Theorie bezeichnen, die aller Logik und Erfahrung bar ist.

Wenn solche „Molekularströme“ vorhanden sind, so können sie das Wesen des Elektromagnetismus nicht ausmachen, sondern sie könnten nur eine Folgewirkung des elektrischen Stromes sein. Man kann im übrigen auch „das mechanische Äquivalent des Magnetismus“ nach absolutem Maße berechnen und damit die kinetische Auffassung als richtig und berechtigt nachweisen. — Solange man den Magnetismus als „ein unbestimmtes und unbekanntes Etwas“ auffaßte, war ein Zusammenhang zwischen demselben und dem lebenden Organismus nicht ersichtlich, sobald wir aber, wie durch Joh. Zacharias geschehen, den Magnetismus als auf Bewegungen beruhend betrachten, kommt völlige Klarheit in die Vorgänge und ist jeder Zweifel ausgeschlossen. Sobald zwei Bewegungen, nämlich die magnetische und biologische, aufeinander wirken erfolgt Reaktion in der Resultante beider Kräfte. —

Wenden wir uns nun einer anderen Erscheinungsform der Energie nämlich derjenigen zu, welche auf die Schnerven einwirkt, und die wir infolgedessen als Licht bezeichnen.

Medizinische Literatur über Elektromagnetische Heilapparate.

Beer. Über das Auftreten einer subjektiven Lichtempfindung im magnetischen Felde. Wiener kl. Wochenschr. 1902, Nr. 4.

Eulenburg. Über einige neue elektro-therapeutische Methoden. Therapie der Gegenwart. 1902. Oktober.

Frankenhäuser. Über einen Versuch zur Einführung des Magneten in die Therapie. Zeitschrift für die diätetische und physikalische Therapie. 1902. Bd. VI, H. 1.

Kalscher, Prof., Scherk, Dr. und Krefft, Dr. Leitfaden der Elektrotherapie. 1901. Hamburg, Gebr. Ludeking.

Kuznitsky. Die permea-therapeutische Anwendung der Elektrizität. Wochenschrift für Therapie und Hygiene des Auges. 1900. April. Nr. 27, pag. 207 u. f.

Kuznitsky. Untersuchungen über die Wirkungen der Permea-Elektrizität. Ärztl. Rundschau. 1901. Nr. 50.

Ladame. Un nouveau procédé de traitement électromagnétique. Revue médicale de la Suisse. 1902. Nr. 6.

Lilienfeld. Der Elektromagnetismus als Heilfaktor. Therapie der Gegenwart. 1902. September.

Müller. Über das Prinzip der Permea-Elektrotherapie. Zeitschrift für Elektrotherapie. 1902. Oktober- u. Nov.-Heft.

Rodari. Nochmals einige elektro-therapeutische Reflexionen. Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte. 1902.

Rodari. Über ein neues Elektrisches Heilverfahren. Berliner klin. Wochenschrift. 1901. Nr. 23 u. 24.

Rodari. Die physikalisch-therapeutischen Einflüsse des magnetischen Feldes auf den menschlichen Organismus. Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte. 1903. Nr. 4.

v. Sarbo. Klinische Erfahrungen über den therapeutischen Wert der elektromagnetischen Behandlung. Deutsche med. Wochenschrift. 1903. Nr. 2, pag. 35—37.

Kurella, Dr. Hans, Breslau. Zeitschrift für Elektrotherapie und physikalische Heilmethoden.

Rosen, Dr. Richard, Berlin. Illustrierte Monatsschrift der ärztlichen Polytechnik.

3. Apparate zur Behandlung mit Licht.

a) Glüh- und Bogenlichtbäder.

Die Behandlung mit Licht ist schon alt. Sonnenlichtbäder wurden schon lange von den Ärzten verordnet. Aber nicht immer steht Sonnenlicht zur Verfügung. Man hat deshalb zu künstlichen Lichtquellen seine Zuflucht genommen und nicht mit wenig Erfolg. Gerade das elektrische Licht hat in seinem Spektrum alle die

Strahlen, die das Sonnenlicht so schätzbar machen. Es sind dies die violetten, die ultravioletten, die weißen, die roten und ultraroten Strahlen.

Das elektrische Lichtheilverfahren wird schon eine Reihe von Jahren in Anwendung gebracht. Heute hat wohl schon jede größere Badeanstalt, jedes Krankenhaus eine Einrichtung zur Lichtbehandlung. Wenn auch zur Zeit noch ein Teil der Ärzteschaft dem Lichte seine Heilwirkung abspricht, so haben doch die großartigen Heilerfolge demselben ein bedeutendes Anwendungsgebiet verschafft.

Die Wirkung des Lichtes beruht zum geringsten Teil auf Wärme, der weitaus größte ist die chemische zersetzende Wirkung desselben, die bakterientötende Kraft, die stoffwechselfördernde Eigenschaft u. a. m.

Während die Strahlen der blauen Seite des Spektrums schon an der Hautoberfläche festgehalten werden und reizend auf die Hautnerven einwirken, um so eine reflektorische Blutüberfüllung der Haut hervorzurufen, dringen die roten Strahlen bis tief in die innersten Gewebe und Organe des menschlichen Körpers ein, und regen dieselben zur verstärkten Tätigkeit an.

Die Behandlung mit Licht ruft eine so milde Wirkung hervor, daß selbst Kranke, denen andere Bäder, wie russisch-römische Bäder, Dampfbaden untersagt sind, die Lichtbäder ohne schädliche Folgen anwenden können.

Die Anwendungsarten sind Glühlicht und Bogenlicht für ganze und lokale Bestrahlungen.

Das Glühlichtvollbad besteht im wesentlichen aus einem Kasten, in welchem der Patient bequem Platz nehmen kann. Der Kopf desselben ragt dabei über das Bad hinaus und zwar derart, daß alle übrigen Körperteile eingeschlossen sind. An den Wänden des Bades befinden sich eine Reihe von Glühlampen, die gruppenweise eingeschaltet werden. Abb. 192 zeigt ein solches Bad der Firma Sanitas, Berlin. Der Kasten ist achteckig, ca. 1,4 m hoch bei 1,3 m Durchmesser, derselbe wird vorn durch eine Tür und oben durch einen von der benutzenden Person selbst jederzeit auch von innen zu öffnenden Deckel geschlossen, wodurch es vermieden wird, daß bei dem Benutzenden ein Gefühl des Eingeschlossenseins entsteht. Der Deckel hat ferner eine Klappe, die leicht zur Seite geschoben werden kann, und die es dem Patienten gestattet, die notwendigen kleinen Handreichungen selbst zu verrichten, wie Schweißabwischen von der Stirne, Wasser trinken und

dergleichen mehr. In jeder Ecke sind eine Reihe Glühlampen angebracht, die auf weißen Emaillestreifen montiert sind und mit Schutzstangen versehen, und welche ein Verbrennen der Haut ausschließen. Die inneren Wände bestehen aus weißem Glas oder Majolika, um eine große Reflektorwirkung zu erzielen. Ein Thermometer ist so angebracht, daß der Patient während der Benutzung stets die Temperatur selbst ablesen kann.



Abb. 192.

Das Bogenlichtbad ist im wesentlichen ähnlich konstruiert wie das Glühlichtbad. Statt der Glühlampen sind mehrere Bogenlampen angeordnet. Es ist darauf zu achten, daß die Lampen so angebracht sind, daß keine glühenden Kohlenteilchen in das Bad fallen können, weil sonst der Patient leicht schwer geschädigt werden kann. Vorteilhaft sind Bäder mit kombiniertem Glüh- und Bogenlicht,

Abb. 193. Dieselben werden von Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen gebaut.

Neben diesen Vollbädern finden Teilbäder starke Verwendung, so elektrische Rumpfbäder, Armbäder, Bein- und Fußbäder, Kopfbäder u. a. m. Bei dem elektrischen Bein- und Fußlichtbad oben genannter Firma streckt der Patient die Beine in einen Kasten,



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 193. Glüh- und Bogenlicht-Bad.

worauf eine seitliche Tür und der Deckel geschlossen werden. Im Innern des Bades sind 6 Glühlampen angeordnet, die eine genügende Wirkung hervorzubringen im stande sind. Die Innenwände sind mit Spiegel- oder Milchglas bekleidet. Seitlich sind der Schalter und die Sicherung angebracht.

Zur örtlichen Bestrahlung eines Körperteiles dient vornehmlich das Bogenlicht, und zwar läßt sich dasselbe am besten durch Re-

Zacharias und Mäsch, Elektromedizinische Apparate.

flektoren auf eine Stelle konzentrieren. Reflektor und Lampe sind nach allen Seiten drehbar angeordnet, Abb. 194. Weiterhin ist der Lichtbogen von dem Reflektor abzurücken, um so dem zu appli-



Abb. 194. Bogenlicht.

zierenden Körperteil immer die jeweilig erforderliche Lichtintensität zuführen zu können. Eine weitere Vorrichtung gestattet es, vor der Lichtquelle farbige Gläser anzubringen, die dann nur eine ganz bestimmte Strahlengattung hindurchlassen.

Will man die Wärmestrahlen vollständig ausschalten und das dadurch gewonnene kalte Licht auf einen einzigen Punkt konzentrieren, so wendet man eine plankonvexe Linse aus Bergkristall oder eine gewöhnliche ebenso geformte Linse mit einer zur Aufnahme von Kupfervitriol oder gewöhnlichem Wasser bestimmte Vor-kammer an. Die Kammer ist zur Zu- und Ableitung der Flüssigkeit mit den entsprechenden Rohrstutzen versehen.

b) Finsenlicht.

Zu den Lichtapparaten mit Bogenlampen gehört auch die zur Behandlung von Lupus u. s. w. von Dr. Finsen angegebene und nach ihm benannte Vorrichtung. Da bekanntlicherweise gerade die Bogenlampe eine große Menge violetter und ultravioletter Strahlen besitzt, deren bakterientötende Wirkung bekannt ist, so verwendet Finsen starke Bogenlampen von 8000 und mehr Kerzenstärke. Das Licht dieser Lampen wird durch Sammellinsen aus Bergkristall auf die zu behandelnde Stelle geworfen. Dabei wird das rote Licht vollständig absorbiert und eine Verbrennung dadurch ausgeschlossen. Die Wärme wird durch eine Kaltwasserzirkulation abgeleitet, um die Linsen nicht zu beschädigen.

Ein Finseninstrumentarium für Finsenbehandlung zeigt Abb. 195 von Reiniger, Gebbert & Schall. Dasselbe ist mit vier fernrohrähnlichen Konzentratoren ausgestattet. Jeder Konzentrator besitzt vier Linsen aus Bergkristall, von denen die unterste Linse in bequemer Weise durch einen Zahntrieb eingestellt werden kann. Eine solche Lampe ist wegen der hohen Betriebskosten sowohl, wie der hohen Anschaffungskosten nur in größeren Krankenhäusern zu verwenden, da sich erst durch eine gleichzeitige Behandlung mehrerer Patienten die Anlage rentabel gestaltet, wie der abgebildete Apparat denn auch für vierfache Behandlung eingerichtet ist. Es empfiehlt sich, zur Finsenbehandlung nur Gleichstrombogenlampen zu verwenden, denn erstens werden die Wechselstromlampen um ein beträchtliches größer sein müssen und weiterhin ist das Licht der Wechselstrombogenlampen schlechter zu konzentrieren. Steht nur Wechselstrom zur Verfügung, so lohnt es sich immer, denselben durch einen Wechselstrom-Gleichstromumformer in den verwendbaren Gleichstrom umzusetzen. Ein solcher Umformer muß dann eine Stärke von 10—12 PS haben.

Das Blut absorbiert die wirksamen Strahlen des Finsenlichtes

in hohem Maße und schränkt somit die Tiefenwirkung wesentlich ein. Deshalb muß die der Behandlung auszusetzende Stelle mög-

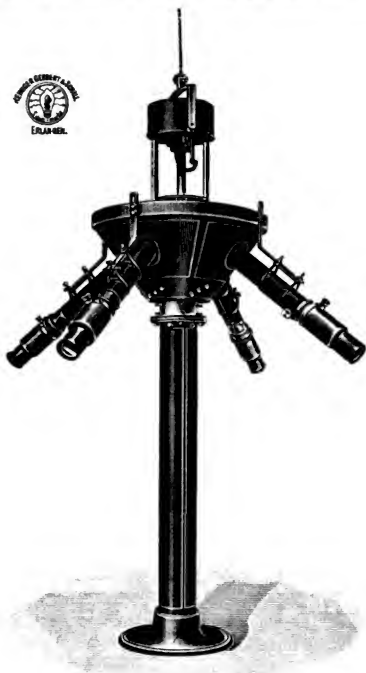


Abb. 195. Finsenlicht-Apparat.

lichst blutleer gemacht werden. Es dient hierzu eine aus zwei Bergkristalllinsen bestehende Dose, die durch Wasser gekühlt wird und fest auf die Körperstelle aufgedrückt wird.

Wie schon erwähnt, sind die Nachteile der praktischen Ausführung eines Finsenlicht-Instrumentariums folgende. Große Kosten

in der Anschaffung, sowie teurer Betrieb, verhältnismäßig wenig therapeutisch wirksame, das sind ultraviolette und chemische Strahlen. Prof. Finsen hat oft in seinen Schriften erwähnt, daß sein ganzes Studium darauf gerichtet sei, ein an ultravioletten und chemischen Strahlen reiches Licht herzustellen.

Der Ingenieur Kjeldsen hat im Laboratorium der Edison General Electrical Works nach dieser Richtung hin Experimente angestellt und später dieselben im Finsenschen Lichtheilinstitut weiter fortgesetzt. Dabei legte er dar, daß Eisenelektroden statt der Kohlenstifte in elektrischen Bogenlampen ein an chemischen und besonders ultravioletten Strahlen sehr reiches Licht liefern.

Er konstruierte auf Grund dieser Versuche eine Lampe mit Eisenelektroden, die beim Gebrauch durch eine Wasserzirkulation im Innern gekühlt werden und die die Finsenlampe ersetzen soll.

Die Experimente mit dieser Lampe ergaben ein über die Erwartung günstiges Resultat, indem nachgewiesen wurde, daß die bakterientötende Wirkung der Strahlen 60—70 fache Steigerung erfuhr. Das Spektrum lieferte die überraschende Tatsache, daß fast nur ultraviolette Strahlen auftreten, während der rote und ultrarote Teil des Spektrums wenig Strahlen aufwies. Mußte man bisher mit der Finsenlampe ein gutes Stück von dem Körper des Patienten abbleiben, um denselben nicht zu verbrennen, was natürlich auf Kosten der Lichtintensität ging, so kann man mit dieser Lampe dicht an die zu behandelnde Stelle kommen, ohne beim Patienten eine merkliche Wärmewirkung hervorzurufen. Während die Behandlung mit Finsenlicht zirka eine Stunde lang vorgenommen werden mußte, genügt hier eine 5 Minuten lange Belichtung. Eine Lampe der Art wird von der Firma Sanitas, Berlin hergestellt und ist in Abb. 196 wiedergegeben. Diese Lampe verlangt keinen Anschluß an eine Zentrale, es genügt vielmehr, dieselbe mit einer transportablen Akkumulatorenbatterie zu speisen.

Die Lampe besteht aus einem gefensternten Metallhohlspiegel c, in dessen Innerem die auswechselbaren Eisenelektroden mit Wasserkühlung angebracht sind. Getragen wird diese Hülse von einem Handgriff e, durch den die Leitungen für den elektrischen Strom wie für die Wasserzuführung laufen. Das Ganze ist dadurch vollkommen isoliert angeordnet. Alle stromführenden Teile liegen im Inneren versteckt, so daß ein elektrischer Schlag den Benutzer nicht treffen kann. Der Hohlzylinder c kann leicht von dem Griff e entfernt werden. Durch einen einfachen Druck auf

eine an der Seite des Griffes angebrachte Feder wird der Lichtbogen gebildet und die Lampe in Betrieb gesetzt. Die Schraube b reguliert die Weite des Lichtbogens.

Die Lichtstrahlen treten durch einen an der Seitenwand aufgesetzten kurzen, mit Bergkristall von konvexer Oberfläche verschlossenen Stutzen g aus. Die Verschluslinse dient gleichzeitig als Druckglas, wie solche von Finsen getrennt vom Lichtapparat



Abb. 196. Dermolampe.

benutzt wird. Da eine Erwärmung der Lampe beim Gebrauch so gut wie gar nicht eintritt, kann man den Stutzen direkt auf den betreffenden Körperteil aufdrücken und so die Strahlen aus nächster Nähe wirken lassen. Außerdem ist der Bergkristallverschluß abnehmbar, so daß das Licht auch direkt verwendet werden kann. Man kann auch längere dünnere Ansätze in Form eines Spekulum auf den Stutzen schrauben und dann tief in die Scheide, Mundhöhle oder Mastdarm einführen, wodurch dann tieferliegende Teile behandelt werden können. Eine zweite Öffnung a befindet sich im Zylinder selbst und wird dazu benutzt, die Lichtquelle, ohne Drucklinse, in allernächster Nähe auf den Körper wirken zu lassen. Bei Nichtbenutzung wird g mit einer farbigen Glasscheibe verschlossen und dient dann als Beobachtungsfenster für den Lichtbogen.

Die Elektroden sind so eingerichtet, daß die Leitungen für Strom und Wasser in zwei kurzen Röhren liegen, welche in einer Hülse endigend, auf die Eisenspitzen aufgesetzt werden. Sind diese Spitzen verbraucht, was nach 100—150 Anwendungen eintritt, so werden sie ohne Mühe ausgewechselt. Durch eine automatische Wasserschaltung kann die Lampe nur brennen, wenn die Wasserzirkulation funktioniert, wodurch ein Durchbrennen der Elektroden vermieden wird.

Simens & Halske bringen unter dem Namen Liliput Eisenbogenlampe, eine im Prinzip ähnliche Konstruktion in den Handel, bei der die Wasserzirkulation fortfällt. Der Stromverbrauch ist zirka 5 Ampère bei einem Anschluß an das Netz von 110 Volt mit Vorschaltwiderstand.

c) Funkenlicht.

Eine prinzipiell von der Finsenlichtbehandlung abweichende Art ist das Funkenlicht. Der elektrische Funke besitzt ebenfalls in sehr reichem Maße chemisch wirksames Licht, und ist von Wärmewirkung fast vollständig frei. Es erlaubt also auch das Licht des elektrischen Funkens ohne Zwischenschalten irgendwelcher Apparate, den zu behandelnden Körperteil auf einige Zentimeter zu nähern.

Ein von Dr. Görl angegebener Apparat besteht aus vernickelter Kapsel mit Steinplatte, auf welcher eine Anzahl Aluminiumkugeln montiert ist, von denen die beiden äußersten mit hinteren Steckkontakten mit dem Zuleitungskabel versehen sind. Über die Kapsel schiebt sich ein Deckel mit Quarzlinse und seitlichen Ösen zum Durchziehen von Bändern. Einmal dient das Druckglas dazu, die noch in den Funken befindlichen roten Strahlen zu absorbieren, weiter aber auch um ein Überspringen der Funken auf die Haut zu verhindern; zuletzt hat auch noch dasselbe die Wirkung, wie das bei dem Finsenlicht angewendete Druckglas.

Zur Erzeugung des Funkens dient ein Induktor, wie er in der Röntgentechnik und der Arsonvalisation Verwendung findet, mit dazu geschalteten Leydener Flaschen oder ein Wechselstromtransformator oder eine Influenzmaschine.

Medizinische Literatur über Lichtbäder.

Akopenko, A. F. „Über die Licht- und Farben-Therapie“ (Therapie der Gegenwart, Dezemberheft 1899, S. 563. Referat aus der Petersburger Wochenschrift „Wratsch“. Nr. 35–38 über Lichttherapie).

Apéry, Pierre (Konstantinopel). Héliothérapie, Photothérapie, Phacothérapie. La Médecine Orientale, p. 359.

Bang, Sophus, Kopenhagen. „Die Finsensche Lichttherapie“ (Deutsche Medizinalzeitung Nr. 69, S. 698, und Monatshefte für praktische Dermatologie, 1. Juli 1898).

Bang, Sophus, Kopenhagen. Über die Behandlung des Lupus mit konzentrierten Lichtstrahlen nach der Methode von Finsen (Klin. therap. Wochenschrift 1898, Nr. 33).

Basch. „Über die Heilung des Lupus mit Benutzung der chemischen Lichtstrahlen.“

Below, E. Die bisherigen Ergebnisse der elektrischen Lichttherapie (Münchn. med. Wochenschrift, Nr. 13).

Below und Kattenbracker. Einige Beispiele von der Anwendung und Wirkung der Lichttherapie b. verschiedenen Krankheiten (Verlag des Archiv für Lichttherapie, Berlin 1899).

Bertin-Sans, H. Action des agents physiques sur les êtres vivants Montpellier, 1899 (Zeitschr. f. Elektrother. und ärztliche Elektrotechn., 24. März 1900, Nr. 1).

Bie, Waldemar. „N. R. Finsens Lichttherapie“ (Zeitschrift für Elektrotherapie und ärztliche Elektrotechnik, Nr. 4, 1899).

Bie, Waldemar. Remarks on Finsens Phototherapy (with special plate.) The British med. Journal, Sept. 30th 1899.

Boden. Über die Anwendungsformen des Lichtes in der Therapie (Münch. med. Wochenschrift, Nr. 36, S. 1254, 1900).

Bokemeyer. Das Verhalten von Puls und Temperatur im Lichtbade. Arch. für Lichttherapie I., Heft 1.

Buchner. „Über den Einfluß des Lichtes auf Bakterien“ (Archiv für Hygiene, 1893, Bd. XVII).

Buschan. Über Lichtbehandlung (Monatsschr. für Hygiene, Aufklär. und Reform, Heft 4, 1901).

Chenelewsky und Geißler. Das elektr. Licht in der Form des Bogen- oder Glühlichtes gibt gleichen Effekt wie Sonnenlicht (Ärzt. Rundschau, Nr. 13, 1. April 1899).

Cleaves, M. A. The electric arc-bath. New-York, 1899.

Colombo und Diamanti. Die Photographie. Il Morgagni XI., 1899.

Dieudonné. „Beiträge zur Beurteilung der Einwirkung des Lichtes auf Bakterien.“ 1894.

Dornblüth, Otto, Rostock. „Das elektrische Lichtbad“ (Ärzt. Monatsschrift, Nr. 12, 1899, S. 529).

Drigalski, v., (Berlin). Zur Wirkung der Lichtwärmestrahlen. Zentralbl. für Bakteriologie, 22/1900.

Durlacher, H. Über die Technik der Finsenschen Lupusbehandlung (Arch. für Lichttherapie 1899, S. 10, Heft 1).

Eiger. Über Behandlung mit elektrischem Licht (Wratsch 4/1900. Ref.: Deutsche Med.-Ztg., Nr. 9, p. 102, 1901).

Finsen, Niels R. „Über die Wirkungen des Lichts auf die Haut.“ (Hospitalstidende 5. Juli 1893).

Finsen, Niels R. „Über die schädliche Wirkung der chemischen Strahlen.“ (Hospitalstidende 1893.)

Finsen, Niels R. „Pockenbehandlung mit Ausschließung der chemischen Lichtstrahlen in der Medizin“ (Dänisch, 1896).

Finsen, Niels R. „Le traitement du lupus par les rayons chimiques concentrés“ (La semaine médicale 1897).

Finsen, Niels R. „Über die Anwendung von konzentrierten chemischen Lichtstrahlen in der Medizin“ (Deutsch, C. W. Vogel, 1899).

Finsen, Niels R. „La photothérapie.“ Paris, Georges Carré et C. Naud. 1899, S. 100.

Finsen, Niels R. „Über die Anwendung von konzentrierten chemischen Lichtstrahlen in der Medizin“ [mit 4 Abbildungen und 2 Tafeln], (Verlag F. C. W. Vogel, Leipzig).

Finsen, Niels R. „Meddelelser fra Finsens medicinske Lysinstitut Kopenhagen.“ 1899. Gyldendals Verlag, 1. Heft, 165 S. 8°.

Finsen, Niels R. „Über die Bedeutung der chemischen Strahlen des

Lichtes für Medizin und Biologie.“ Drei Abhandlungen erschienen bei F. C. W. Vogel, Leipzig, 1899, 88 S. 8°.

Finsens Lichtinstitut in Kopenhagen. „Neuere Erfahrungen über Radiotherapie“ (Münchener med. Wochenschrift, Nr. 47).

Gabrilowitsch, J., und L. Finkelstein. „Zur Phototherapie“ (Wratsch, Nr. 14 und 15).

Gebhardt, Willib. Die Heilkraft des Lichtes (Deutsche mediz. Presse Nr. 18).

Gebhardt, Willib. Das Lichtheilinstitut. (Deutsche med. Presse Nr. 5, 1898).

Gebhardt, Willib. Die Heilkraft des Lichtes, Entwurf zu einer wissenschaftlichen Begründung des Lichtheilverfahrens. Leipzig 1898.

Geißler u. Chenelewsky. Das elektrische Licht in der Form des Bogen- oder Glühlichts gibt gleichen Effekt wie Sonnenlicht (Ärztliche Rundschau Nr. 13, 1. April 1899).

Hammerschmidt. Über den therapeutischen Wert des elektrischen Lichtes (Berl. klin. Wochenschrift Nr. 47, S. 1042, 1899).

Hammerschmidt. „Über die Lichttherapie“ (Berliner klin. Wochenschrift vom 20. November 1899, S. 1041).

Hain, Max. Der jetzige Standpunkt des Lichtheilverfahrens und Beitrag zur Wirkung elektrischer Lichtbäder (Deutsche Med.-Zeitung 1900, Nr. 100).

Hellmer, E. Heliotherapie (Deutsche Med.-Zeitung Nr. 11, 7. II. 1901. Ref. aus Zentralbl. f. d. ges. Therapie, 1901, Hft. 1).

Hellmer, E. Elektromedizin. Neuheiten (Ärztl. Zentr.-Zeitung Wien 1900, Nr. 24, 25 und 26).

Hirschkron, Joh., Wien. Therapie der Nervenkrankheiten.

Kattenbracker. „Das Lichtheilverfahren.“ (Verlag Wilh. Berndt, Berlin W. 66, Wilhelmstr. 44, mit zahlreichen Literaturhinweisen.)

Kattenbracker. Indikationsstellung über die verschiedenen Anwendungsformen der Lichttherapie (Arch. f. Lichttherapie, I, Heft 5.)

Kattenbracker. Quecksilber und Lichttherapie bei der Syphilisbehandlung. Archiv für Lichttherapie I, Heft 1).

Kellog, J. H. „Die physiologische Wirkung des Lichtes“ (Blätter für klinische Hydrother., 10. Jahrg., Wien, Januar 1900).

Kellog, J. H. Die Anwendung von Wärme nach einer neuen Methode (Fortschritte d. Hydrotherapie, Festschrift, Urban & Schwarzenberg, Wien, Leipzig, 1897.)

Kellog, J. H. „Die therapeutischen Effekte des Lichtes“ (Wiener med. Presse, 1900, Nr. 5).

Kessler. Über die Behandlung mit elektrischem Licht (Wratsch Nr. 14. 1900).

Kisch. Über elektrische Lichtbäder (Balneolog. Zeitung, Berlin, Nr. 3.)

Klemperer, G. Über die Lichttherapie (Die Therapie der Gegenwart, August 1899, S. 356).

Kühner, A. Das elektrische Lichtbad (Internationale klin. Rundschau, Nr. 15, S. 522, 1894).

Kuthy, D. Über die Glühlichtschwitzkästen. Orvosi Hetilap (Ärztliches Wochenblatt 1900, Nr. 1 und 2).

Kuthy, D. Über elektrische Lichtbäder (Ungar. med. Presse 1900, Nr. 16).
Lassar, O. „Bericht über die Prof. Finsensche Lupusbehandlung“ (Dermat. Zeitung Nr. 6, 1899, S. 659).

Lassar, O. „Über die neueren Methoden der Lupusbehandlung“ (Zeitsch. für diät. und physikal. Therapie, IV. Band, Heft 1. S. 15).

Lortet und Genoud. Ein phototherapeutischer Apparat ohne Kondensator. (Dermatologische Zeitschrift, Bd. VIII, Heft III. 1901.)

Löwenthal, Julius L. Die Lichttherapie (Deutsche Med.-Zeitung Nr. 71 und 72).

Makaweff, J. „Zur Lichttherapie“ (Wratsch, Nr. 8, 1900, Lit. Beilage der Deutsch. Med. Wochenschrift. Nr. 11 vom 22. März, S. 63).

Matull, Kurt. „Licht“. Kurze Schilderung des Lichttheilverfahrens und seine Erfolge. 34 S. Berlin, Berndt.

Mieczyslaw, Nartowski. Działanie lecznicze światła elektrycznego w różnych stanach patologicznych, a głównie w chorobach układu nerwowego. Przegląd lekarski, Nr. 28, S. 417, 1900.

Minin, A. W. Über die Anwendung der Lichttherapie in Rußland und den Wert elektrischer Lichttherapie. (G. Klemperer, „Die Therapie der Gegenwart“.)

Möller, Magnus. Der Einfluß des Lichtes auf die Haut in gesundem und krankhaftem Zustande.

Müller, J. G. „Was verspricht die methodische Anwendung des Lichtes für die Dermatotherapie (Allg. med. Zentr.-Ztg. Nr. 10, 3. Februar 1900, S. 10.)

Müller, J. G. „Vorläufige Resultate einer prinzipiell neuen Methode der Behandlung des Lupus vulgaris“ (Verhandlung des 6. Deutschen Dermatolog. Kongresses 1898).

Nachod, J. H. „Bemerkungen über einige neue Methoden der Lupusbehandlung“ (The British Journal of Dermatology, September 1899).

Pangratz. Elektrische Lichtbäder und Vibr.-Massage. (Dr. Jul. L. Löwenthal, Berlin, „Die Lichttherapie.“) Deutsche Med.-Zeitung vom 4. September 1899.

Popper. Die Bedeutung der chemischen Strahlen für die Heilkunde. Finsenlichtsammelapparat. Allg. med. Zentral-Ztg. Nr. 62. 1899.

Renzi. Die Elektrizität und das Licht bei der Behandlung der Infektionskrankheiten. Intern. klin. Rundschau. 1894. Nr. 15.

Roth. Erfahrungen mit dem Kellogg'schen Lichtbade. Wiener med. Wochenschrift. 1899. Nr. 19.

Roth. Erfahrungen mit dem elektr. Lichtbade. Wiener med. Wochenschrift. 1899. Nr. 18, 19 u. 20.

Sarason. Über die Finsensche Lupusbehandlung. Deutsche Medizinalztg. Nr. 54.

Scherk. Lichtstrahlen und Oxydationsprozesse. Arch. f. Lichttherapie. I. Heft 2.

Scherk. Enzymwirkung und ihre Beziehungen zur Lichttherapie.

Scherk. Die Beförderung der Oxydationsprozesse nach direkter Bestrahlung. Arch. f. Lichttherapie. I. Heft 12.

Schiff. Finsenbeleuchtung und Röntgenbestrahlung. Allg. med. Zentral-Ztg. 1899. Nr. 61.

Schoulie. Die Lichttherapie. Ztschrft. f. diät. u. physikal. Therapie. 1899. Bd. II. Heft 7.

- Schueler. Das Lichtheilverfahren. 1899.
 Stein. Über die analytischen Wirkungen des elektr. Lichtes. Deutsche med. Ztg.
 Stein. Über das elektr. Lichtbad. Ärztl. Monatsschrift. Nr. 9. 1899.
 Stiegler. Wirkung der Finsenlichttherapie. Deutsche med. Ztg. Nr. 57. 1900.
 Stokolow. Über einen Fall von mit rotem Licht behandeltem Wasserkrebs. Die med. Woche. Nr. 30.
 Strebel. Meine Erfahrungen mit der Lichttherapie. Deutsche med. Wochenschrift. Nr. 27 u. fgd. 1900.
 Thielborger. Die Lichtkur. Ideen-Entwicklung über das Licht und seine Bedeutung für Heilzwecke. 1899.
 Warburg. Die chemische Kraft des Lichtes in biologischer Hinsicht. Münch. med. Wochenschrift. Nr. 35, 1900.
 Weiß. Therapeutischer Wert elektrischer Lichtbäder. Die Heilkunde. 1898.
 Wilhelm, F. Der Glühlichtschrank und Finsens chemisches Lichtbad. Arch. f. Lichttherapie und verwandte Gebiete. Nr. 3, 1900.
 Winternitz. Elektrische Lichtbäder. Blätter für klin. Hydrotherapie.
 Winternitz. Bogenlichtbäder. Dtsch. med. Ztg. Nr. 91. 1898.
 Winternitz. Über den gegenwärtigen Standpunkt der Lichttherapie. Dtsch. med. Ztg. 1900. 26. April.

4. Apparate zur Behandlung mit Wärme.

Galvanokaustik.

Hierbei kommt nicht die direkte Wirkung des elektrischen Stromes, sondern die durch den Strom in schlechtleitenden Metallteilen erzeugte Glühhitze in Betracht, und zwar handelt es sich bei dieser Anwendung um einen operativen Eingriff in die Körperteile oder Organe des Patienten. Viele chirurgische Operationsmethoden und Hilfsmittel werden durch diese kaustischen Apparate ersetzt und ergänzt, so z. B. das Glüheisen u. a. m. Die elektro-kaustischen Vorrichtungen haben vor den andern ähnlichen Hilfsmitteln gleichen Verwendungsgebiets den Vorzug einer leichten Handhabung, schnellen Erfolges und bedürfen zur Inangsetzung sehr geringer Zeit. Als Stromquelle dient eine Batterie von Elementen oder Akkumulatoren oder auch der direkte Anschluß an eine Zentrale. Letzterer ist stets vorzuziehen, wo derselbe zu erreichen ist.

Die Form der Brenner ist eine Schlinge und deren Variationen, die in einem entsprechenden Griff befestigt werden. Letzterer dient sowohl als bequeme Handhabe, als auch um Verbindung mit der Batterie herzustellen. Derselbe muß so geformt sein, daß er sich der Hand des Operateurs anpaßt, ohne ein zu großes Gewicht zu haben; er darf ferner den Operateur in seiner Bewegungsfreiheit

nicht stören und sein Gesichtsfeld nicht beeinträchtigen. Die Kontaktvorrichtung zum Schließen des Stromes muß leicht zu betätigen, jedoch unabhängig von der Operationsbewegung sein.

Als Material der Brenner und Schlingen kommt Platin, Platiniridium, oder Stahldraht und ähnliches in Betracht. Gerade die Auswahl der Materialien ist um so mehr von Bedeutung, als es darauf ankommt, neben einem haltbaren und in der Glühhitze festen Drahte einen solchen zu finden, der wenig oxydiert und bei diesem Vorgang keine schädlichen Substanzen an seiner Oberfläche absetzt.

Als Stromstärken kommen bei den Brennern für Nase, Rachen, Uterus, Kehlkopf u. s. w. 15—20 Ampère in Betracht, während



Abb. 197. Brennschleifen.

Auge, Ohr und Harnröhre nur 8—10 Ampère benötigen. Ganz starke Brenner, wie sie Verwendung zur Entfernung größerer Geschwülste finden, verlangen Stromstärken bis 50 und 60 Ampère. Diese können nicht mehr mit Elementen erzeugt werden, sondern kommen alsdann Akkumulatoren und Zentralen in Frage.

Die Brenner erhalten, wie Abb. 197 zeigt, eine mannigfaltige Gestaltung, je nach ihrem Verwendungsgebiet spitz, flach,

kugel und kuppelförmig u. s. w. Die eigentlichen Brenndrähte sind auf Kupferdrähten von 2—3 mm Durchmesser aufgelötet, die zur Befestigung in dem Halter oder Griff dienen.

Abb. 198 zeigt einen Griff, wie er für die meisten Anwendungsarten gebraucht werden kann. Die Stromzuführung geschieht durch zwei Stifte am hinteren Teile des Griffes. Die beiden vorderen Stifte dienen zur Aufnahme der Schlingen. In der Mitte befindet sich eine Handhabe, um die Schlinge zurückzuziehen, sowie ein Kontakthebel zum Schließen des Stromes.

Handelt es sich darum, durch Zusammenschnüren der Drähte eine Geschwulst u. dergl. zu entfernen, so ist die Anbringung von Ligaturröhren von Wichtigkeit. Dieselben dienen dazu, den galvano-kaustischen Drahtschlingen Führung zu geben. Die Form ist gabelartig, das Material ist hartgezogenes Messing oder Nickel-

blech. Die beiden gabelförmigen Enden sind durch einen Porzellantheil voneinander getrennt.

Die Isolierung der beiden Schenkel einer Ligaturröhre oder eines Brenners geschieht durch Seideumspinnung. Da dieselbe aber den Sterilisierungen nicht genügend Stand halten kann, so verwendet man neuerdings vielfach widerstandsfähige Materialien, die aber den Preis unnötig erhöhen.



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 198. Handgriff für Galvanokaustik.

Einen starken galvano-kaustischen Brenner bieten Reiniger, Gebbert und Schall zum Verkauf unter dem Namen Prostata-Inzisor nach Bottini-Freudenberg, Abb. 199. Die Zuleitung geschieht durch das hintere Ende. Die Verschiebung der Platinschneide wird durch eine Schraube bewerkstelligt. Eine Wasserkühlung hat den Zweck, den Handgriff nicht warm werden zu lassen. Die Kühlkammer hat zwei Schlauchansätze, die nach hinten gebogen sind, letzteres ebenfalls um die Bewegungsfreiheit nicht zu stören. Eine Skala zeigt



Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Abb. 199. Prostata-Inzisor.

den jeweiligen Abstand der Schneide vom Schnabel an. Das Instrument benötigt eine Stromstärke von ca. 45—50 Ampère. Zur Kontrolle der Stromstärke bei den großen Brennern ist das Zuschalten eines Strommessers sehr zu empfehlen.

Zur Regulierung der Stromstärken lassen sich verschiedene Methoden angeben. Bei kleineren Batterien mit Tauchelementen wird mit Vorliebe eine Vorrichtung verwendet, die es ermöglicht, die Zink- und Kohlenplatten mehr oder weniger tief in die Säure einzutauchen. Es geschieht dies durch einen Kurbelmechanismus, der selbstsperrend wirkt, d. h. der die Platten in jeder gewünschten

Lage festhält. Zur feineren Regulierung dient außerdem noch ein Rheostat, wie er bei der Galvanisation beschrieben wurde. Bei Akkumulatoren und Anschluß an eine Zentralleitung ist ein Rheostat unerlässlich, s. Abb. 16 u. 17, S. 17.

Medizinische Literatur über Galvanokaustik.

Albrand, Dr. Schnelle Heilung in 2 Fällen von parenchymatöser Keratitis auf galvanokaustischem Wege. Berliner med. Wochenschrift 1892, Nr. 2, S. 27.

Andrews, Dr. J. Trockene Luft bei der Behandlung der Mittelohreiterung. Zeitschrift für Ohrenheilkunde XXXVI, 1.

Bardleben, A. Artikel „Galvanokaustik“ und „Galvanolyse“ in Eulenberg's Real-Encyclopädie, 2. Auflage, 1886.

Bloebaum, Dr. F. Der gegenwärtige Standpunkt der Diphtheriefrage und die galvanokaustische Behandlung dieser Krankheit. Deutsche Medizinal-Zeitung 1892, S. 1.

Bloebaum, Dr. F. Mitteilungen über galvanokaustische und elektrolytische Operationen und die Nachbehandlung der Operierten durch besonders wirksame neuere Arzneistoffe, namentlich bei Augen-, Ohren-, Nasen-, Rachenkrankheiten. Deutsche Medizinal-Zeitung 1892, Nr. 46, S. 523.

Bloebaum, Dr. F. Die Behandlung der Rhinitis hypertrophicans durch submuköse Kauterisation mittels der galvanokaustischen Glühnadel nebst Beschreibung und Abbildung des neu aseptisch konstruierten, allgemeinen Platinbrenners. Deutsche Medizinal-Zeitung 1898, Nr. 23, S. 217.

Bloebaum, Dr. F. Die Bartfinne, Folliculitis barbae, und ihre Behandlung, namentlich mittels der galvanokaustischen Glühnadel. Deutsche Medizinal-Zeitung 1898, Nr. 82, S. 823.

Bloebaum, Dr. F. Vorläufige Mitteilung über verbesserte Methoden bei der Behandlung der Kupfernase und zur dauernden Entfernung lästiger Haare. Deutsche Medizinal-Zeitung 1900, Nr. 96, S. 1133.

Bruns, V. von. Die galvanokaustischen Instrumente und Apparate, ihre Handhabung und Anwendung. Mit 28 Holzschnitten und 2 Tafeln.

Bruns, V. von. Galvanochirurgie. Tübingen 1870.

Bruns, V. von. Handbuch der chirurgischen Heilmittellehre. Tübingen 1873.

Czerny, Geh.-Rat Prof. Dr. Über die Kastration bei Prostata-hypertrophie. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 16, 1896.

Fink, Dr. Eman. Wann ist die Anwendung der Galvanokaustik in der Nase indiziert? Wiener med. Presse 1898, Nr. 33, S. 1310.

Franke. Die Galvanokaustik in der Augenheilkunde. Deutsche med. Wochenschrift XIII, 1887.

Freudenberg, Dr. A. Die galvanokaustische Radikalbehandlung der Prostatahypertrophie nach Bottini. Deutsche med. Presse 1897, Nr. 3, S. 21.

Frisch, Prof. A. v. Über Bottinis galvanokaustische Incision der hyperthrophierten Prostata. Wiener klin. Wochenschrift 1898, Nr. 48.

Garel. Électricité médicale Éclairage et Galvanocaustique. Paris 1889.

Hagedorn, Dr. Über galvanokaustische Behandlung der Rachendiphtherie. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 29, Juli, S. 902.

Hanč, Dr. Alfons. Über galvanokaustische Radikalbehandlung der Prostatahypertrophie nach Bottini. Wiener med. Presse 1898, Nr. 31, S. 1238.

Hedinger, A. Die Galvanokaustik seit Middeldorff nach fremden und eigenen Erfahrungen für die praktischen Bedürfnisse dargestellt.

Hedinger, A. Erfahrungen über die Wirkung und Handhabung meiner Chromsäuretauchbatterie für Galvanokaustik und Beleuchtung von Körperhöhlen.

Hedinger, A. Vortrag über Batterien zur Galvanokaustik. Tageblatt d. 58. Vers. deutscher Naturforscher und Ärzte in Straßburg 1885.

Heymann, Dr. P. Die Bedeutung der Galvanokaustik für die Behandlung der Krankheiten der Nase und des Schlundes. Berliner Klinik. Sammlung klin. Vorträge. Heft 61, Juli 1893.

Holländer, Dr. E. Der elektrische Mikroheißluftkanter. Sep.-Abdruck aus Dermatologisch. Zeitschrift. Berlin, S. Karger.

Holländer, Dr. E. Zur Behandlung des Lupus mittels heißer Luft. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 4, S. 62, 1901.

Kroesing, R. Über Behandlung des Ulcus molle mit Hitzebestrahlung. (Arch. für Dermatologie und Syphilis Bd. XLIV, p. 421, Festschrift f. F. J. Pick.) Ref. Zentralblatt f. Chirurgie Nr. 1, 1899, S. 12.

Lassar, O. Demonstration eines Motortransformers für Kaustik VII. Verhandlung ärztlicher Gesellschaften. Berliner klin. Wochenschrift 1895, Nr. 49. S. 1078.

Lassar, O. Über die neueren Methoden der Lupusbehandlung. Zeitschr. für diät. u. phys. Therap. 4 Bd., 1. Heft, 1900.

Lewandowsky, K. Elektrotherapie, umfassend die Artikel Faradisation, Franklinisation, Galvanisation, Galvanofaradisation, Galvanokaustik, Galvanolyse, Galvanopunktur und Kataphorese. Sep.-Abdr. aus A. Bums therap. Wörterbuch, Wien 1890.

Lewandowsky, K. Über die Anwendung der Galvanokaustik in der prakt. Heilkunde. Wiener Klinik 1886, Heft 8 u. 9.

Lohnstein, Dr. H. Die neuesten Erfahrungen über die Behandlung der Prostataaffektionen, insbesondere der Prostatahypertrophie. Allgemeine med. Zentral-Zeitung 1898, Nr. 31, S. 380.

Lorthioir, Dr. La cauterisation thermique sans contact. Journal de chirurgie Nr. 2, 1901.

Meyer, Willy. Bottinis Operation for the Cure of Prostatic-Hypertrophy. New-York Medic. Record, 28. April 1900.

Middeldorff. Galvanokaustik, ein Beitrag zur operativen Medizin. Breslau 1854.

Monscourt. Die Galvanokaustik und die Verwachsungen in der Nase. Ann. d. malad. de l'oreille Nr. 5, Mai 1898.

Moskovitz, Dr. J. (Budapest). Die Galvanokaustik in der Nasenheilkunde. Ung. med. Presse 1898, Nr. 5.

Ostmann, Prof. Über galvanokaustischen Gefäßverschluß in der Nase als einleitenden Akt intranasaler Eingriffe. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 14, 1901.

Roßbach, Dr. M. J. Lehrbuch der physikalischen Heilmethoden für Ärzte und Studierende. Berlin 1892.

- Schleicher, W. Zur Galvanokaustik. O. Coblenz, Berlin 1895.
- Schücking. Die galvano-thermische Behandlung der Uterusschleimhaut. Ref. Vereinsbeilage der Deutsch. med. Wochenschrift 1899, Nr. 47, S. 291.
- Tripler. Galvanocaustique et Électrolyse. Paris 1881.
- Viertel, F. Demonstration des Bottini-Freudenbergschen Prostata-Incisors. Allgemeine med. Zentral-Zeitung 1898, Nr. 68, S. 836.
- Voltolini, Prof. Die Krankheiten der Nase und des Nasenrachenraumes. Breslau 1888.
- Voltolini, Prof. Die Anwendung der Galvanokaustik. Wien 1872. 2. Aufl.
- Vulpus, Dr. W. Technische Bemerkungen zur Galvanokaustik. Beschreibung eines neuen Nasenbrenners. Archiv für Ohrenheilkunde. Sonderabdruck. Leipzig.
- Weber, Leonh. Report of a Case of Prostatic Hypertrophy in a very old man; Operation by Bottini's Method. New-York. The medic. News, April 16, 1898.
- Werther, Dr. Beitrag zur Behandlung des Lupus mittels heißer Luft nach Dr. Holländer. Therapeutische Beilage der Deutschen med. Wochenschrift Nr. 6, S. 43, 1900.
- Young, Dr. Hugh H. (Baltimore). Über eine neue Methode der Behandlung der Prostatahypertrophie mittels eines elektrokaustischen Incisors bei Vorhandensein eines „Mittellappens“. Monatsber. f. Urologie 1901, Bd. 6, Heft 1.

Elektrische Heißluftbehandlung.

Die Behandlung mit heißer Luft geschieht nur lokal. Während bei der Erzeugung solcher heißen Luft durch gewöhnliche Wärmequellen fast stets ein unangenehmer Geruch auftritt und der Betrieb umständlich und unsauber ist, fallen diese Unbequemlichkeiten bei den elektrischen Heißluftapparaten vollständig fort. Der Strom einer Batterie oder Zentrale wird in Heizspiralen, (das sind Spiralen aus Metallen von großem elektrischem Widerstand) in Wärme umgesetzt. Entweder steigt die Luft durch ihre größere Leichte von den Heizspiralen selbsttätig nach oben oder aber ein kleines Gebläse, das durch einen Elektromotor angetrieben wird, schickt einen Luftstrom durch die Spiralen nach dem zu behandelnden Körperteil.

Der von Dr. Lindemann konstruierte und von der Firma Lüthi & Buhtz in Vertrieb genommene „Elektrothermapparat“ dient zur Behandlung einzelner an Gicht, Gelenkrheumatismus u. s. w. erkrankter Glieder, bezw. Gelenke, mit trockener heißer Luft, bei einer Temperatur von 80—160° C. Diese hohen Temperaturen sind in absolut trockener Luft, wie sie nur durch elektrische Heizdrähte erzeugt werden kann, leicht erträglich.

Die Vorzüge dieses Elektrotherms als lokalen Heißluftapparates

bestehen demnach vor anderen Heibluftapparaten, die mit Spiritus oder Gas geheizt werden, in der schnellen, äußerst bequemen Erzeugung einer absolut trockenen und heißen Luft, die durchaus frei von Heizgasen ist, einer genauen und leichten Regulierung der Wärme und ferner darin, daß in 5 Min. die Wärme bei maximalem Strom eine Höhe von 80—150° C. erreicht.

Der Apparat selbst besteht aus einem mit Asbestschiefer ausgekleideten Holzkasten, Abb. 200, in dem Reihen von Heizspiralen angeordnet sind. ber diesen Heizspiralen liegt eine mit Asbeststcken versehene Mulde zur Unterstützung des zu behandelnden



Abb. 200.

Gliedes. Ferner sind im Innern des Kastens Glühlampen angebracht, wodurch das zu behandelnde Glied durch ein Deckelfenster während der Behandlung beobachtet und kontrolliert werden kann. Es ist infolgedessen eine Beschädigung des Patienten, wie Verbrennung u. s. w., bei der Behandlung ausgeschlossen. Durch eine Ventilationsöffnung kann die im Innern entstehende Feuchtigkeit nach außen entweichen.

Außerhalb des Kastens sind zwei Schalter angebracht, durch welche einmal die Glühlampen und zweitens die Heizspiralen eingeschaltet und reguliert werden können. Auf dem Deckel des Apparates ist ein Thermometer angebracht.

Die Behandlung mit diesem Apparat beginnt bei einer Innentemperatur von ca. 70°, dauert etwa eine halbe Stunde und wird

bei der ersten Sitzung nur langsam gesteigert; besonders ist dies erforderlich bei sehr empfindlichen Körperstellen, wie Ellenbogen, Knie, während die Hand meist mehr Hitzegrade, bis 130°C , vertragen kann.

Ein weiterer Vorteil dieses Apparates ist, daß die Bestrahlung auch mit weißem oder farbigem Licht erfolgen kann, wobei dann die Hitzdrähte ausgeschaltet werden.

Der maximale Stromverbrauch des Apparates bei der Einschaltung von Lampen und Heizdrähten ist 7 Ampère, die Betriebskosten sind daher sehr gering. —

Der Apparat nach Dr. Frey besteht aus einem kleinen Elektromotor mit direkt an denselben angeschlossenen Turbinengebläse, welches einen Luftstrom von ca. 4000 cbm stündlich liefert. Die Luft gelangt von der Turbine aus in einen Kasten, in welchem sie über emaillierte Heizplatten hinwegstreicht. Von hier gelangt sie in den ca. $1\frac{1}{2}$ m langen Heißluftschlauch (25 mm Durchmesser), der gut isoliert ist. Ein Thermometer dient zur Kontrolle der Temperatur.

Direkt am Gebläse ist ein Kaltluftschlauch angebracht. Die Schläuche sind mit Hähnen versehen, um bald den heißen oder den kalten Luftstrom abzustellen. Durch Rheostaten ist der Gang des Motors, sowie die Temperatur der Heizplatten zu beeinflussen. Auch ist eine Abstufung der Wirkung dadurch zu erreichen, daß man die Ausströmungsöffnung mehr oder weniger nahe an den zu behandelnden Körperteil heranbringt. Die verschiedensten Variationen der Wärmewirkung sind ferner noch durch abwechselnde Anwendung des kalten und des warmen Luftstromes möglich.

Außer der direkten Applikation hat der Apparat noch den Vorteil, daß er als ausgiebige Heißluftquelle Verwendung findet und in bequemster Weise lang andauernde Einwirkungen der heißen Luft gestattet. Durch Holzbügel und wollene Decken kann man auf jedem Bette einen Hohlraum um den zu behandelnden Körperteil herstellen, in den mit dem Schlauche die heiße Luft eingeleitet wird. Zu empfehlen ist es dabei, die Ausströmungsöffnung mit Watte leicht zu bedecken, um die Luftströmung weniger fühlbar zu machen.

Reiniger, Gebbert & Schall bringen elektrische Heißluftapparate für den ganzen Körper nach Abb. 201 auf den Markt. Der Patient nimmt in einem viereckigen Holzkasten Platz, darauf werden die vorderen und oberen Doppeltüren geschlossen, die vom Patienten

selbst leicht bedient werden können. Die oberen Deckel haben einen Ausschnitt für den Kopf, Sitz und Fußbank sind verstellbar. Die Ablesung der Innentemperatur erfolgt an einem rückwärts angebrachten Winkelthermometer. Die Wärme entströmt drei Wider-



Abb. 201. Heißluftapparat.

standsspiralen, die durch einen seitlich angebrachten Schalter nach Belieben nacheinander aus- und eingeschaltet werden können. Der Stromverbrauch ist bei 220 Volt ca. 8 Ampère oder bei 110 Volt ca. 16 Ampère.

5. Elektromechanische Behandlung.

a) Apparate für Erschütterungsmassage.

Die Vorzüge der Erschütterungsmassage sind seit langem bekannt. Die Wirkung, die dieselbe auf den Körper des Menschen ausübt, ist sehr geschätzt wegen der Zerteilung der Exsudate, des Einflusses auf das Nervensystem, der Anregung der Schleimhäute und Drüsen und nicht zuletzt der vermehrten Blut- und Lymphbewegungen.

Während die Ausübung der Vibrationsmassage von Hand große Anforderungen an die Geschicklichkeit und Ausdauer des Masseurs stellt, wodurch dieselbe auch zu umständlich und kost-

spiegelig wird, erhält man bei der Verwendung von mechanischen Antrieben die Möglichkeit, dieselbe ihrem Wert gemäß zu verwenden. Es lag natürlich sehr nahe den Antrieb durch Hand oder Fuß erfolgen zu lassen. Aber selbst diese Methode mangelte noch an der Ungenauigkeit der Abstufungen. Erst die Verwendung von Elektromotoren, deren Tourenzahl mit Hilfe von Rheostaten leicht geregelt werden kann, brachte für die Vibrationsmassage ein neues weites Anwendungsgebiet.

Neben der erwähnten schätzbaren Eigenschaft der Regulierung kommt noch die hohe Umdrehungszahl und der ruhige Gang der Elektromotoren in Betracht.

Über die Motoren selbst lese man daselbst.

Der elektrische Strom für den Motor kann sowohl Akkumulatoren als auch einer Zentrale entnommen werden. Beim Ankauf ist die zur Verfügung stehende Stromart wie auch deren Spannung in Betracht zu ziehen.

Die Welle des Motors ist zur Aufnahme der beweglichen Welle eingerichtet und mit einer Nute versehen. Die bewegliche Welle besteht aus einer Anzahl dünner zusammengedrehter Stahldrähte, die durch einen metallumsponnenen Schlauch vor Ausbauchung



Abb. 202. Vibratoren.

und äußeren mechanischen Zerstörungen geschützt sind. Das freie Ende der Welle trägt ein angebohrtes Endstück, in welches die eigentlichen Massierinstrumente eingeschoben und durch einen Ansatz veranlaßt werden, an der rotierenden Bewegung teilzunehmen.

Die Instrumente für Erschütterungsmassage machen die mannigfaltigsten Bewegungen. Die gebräuchlichste ist die Kreisbewegung, andere erzielen ihre Wirkung durch die Umdrehung von Kugeln oder Rollen. Die erstere Ausführung zeigt Abb. 202 (Reiniger, Gebbert & Schall). Der Ansatz, der sich dem zu behandelnden Körperteil einpaßt, trägt auf seiner Rückseite ein Kugellager, in welchem das kugelförmige Ende einer gekröpften Welle läuft. Die Platten bestehen meist aus Hartgummi. Will man neben der

Vibrationsmassage noch eine galvanische oder faradische Behandlung vornehmen, so muß man natürlich Metallplatten verwenden.

Bei den Umdrehungsklopfen sind senkrecht zu der Welle mehrere Ärmchen angeordnet, die an ihrem Ende Gummieriemen oder Kugeln tragen. Bei der Umdrehung der Welle klopfen die letzteren gegen die zu behandelnde Stelle. Zum Schutze der Haut kann man hierbei eine Hartgummiplatte unterlegen, die dann auch den Zweck hat, die Wirkung auf größere Flächen zu verteilen.

b) Chirurgische Operations-Instrumente mit Motorantrieb.

Das Anwendungsgebiet dieser Apparate ist sehr beschränkt. Der operierende Arzt verläßt sich doch lieber auf die Geschicklichkeit seiner Hände und nur wo die Beweglichkeit der Operationsinstrumente gehemmt ist, greift er zu dem Elektromotorantrieb. Speziell bei chirurgischen Eingriffen an der Nase haben diese Instrumente eine Bedeutung erlangt. Bei einigen Operationen an der Schädeldecke haben sich eigens dazu konstruierte Sägen und Fräser Eingang in das Armaturium des Chirurgen verschafft, während bei den meisten Punctionen von Knochen die Handinstrumente den Motorinstrumenten vorzuziehen sind. Es läßt sich nicht leugnen, daß die Zeitdauer einer Operation etwas kürzer wird; es kann sich dabei aber höchstens um Minuten handeln.

Der Antrieb der Instrumente geschieht mit den gleichkonstruierten Motoren, wie die, welche bei der Erschütterungsmassage Verwendung finden.

6. Ozonerzeugung.

Die stark zersetzende und keimtötende Wirkung des Ozon, des Sauerstoffs in allotropem Zustande, wurde durch Schönbein bekannt. Seitdem versucht man einen Apparat zu konstruieren, der in der Therapie Verwendung finden konnte. An einen solchen Apparat wird neben der Billigkeit auch die Forderung einer leichten Handhabung gestellt, da derselbe meist in die Hände der Patienten kommt, die nicht im stande sind durch komplizierte Handhabung und Schaltungen ihre Anwendung zu ermöglichen. Der elektrische Ozonapparat nach Dr. Labbé und Oudin, den dieselben im Jahre 1891 angegeben haben, besteht aus einem Kasten, Abb. 203, in welchem sich eine galvanische Batterie und ein Funkeninduktor

befinden. Der eigentliche Ozonerzeuger wird mit den beiden oben auf dem Rhumkorffschen Induktor befindlichen Polklemmen verbunden. Ist der Apparat in Tätigkeit, so wird das Ozon durch elektrische Zersetzung der Luft in dem Einatmungsrohre erzeugt und am Ausflußrohre durch die Nase oder den Mund eingeatmet. Die Ausatmung darf hierbei nicht in den Apparat erfolgen, weil sich sonst Feuchtigkeit niederschlägt, welche die Ozonerzeugung beeinträchtigen würde. Das Einatmen muß tief erfolgen, damit sich das Ozon in der ganzen Lunge verbreitet.



Abb. 203. Ozonapparat.

Eine glückliche Zusammenstellung hat Jirotko gemacht. Derselbe dient hauptsächlich zum Sterilisieren von Wasser. Wie bei dem oben beschriebenen Apparat ist auch hier eine Batterie und ein Induktor verwendet. Der Erzeugungsapparat besteht aus mehreren isolierten Platten, die mit Staniol belegt und die eine über die andere miteinander verbunden sind, so daß also die Belegung der ersten, dritten, fünften Platte einerseits und die der zweiten, vierten, sechsten Platte andererseits je eine einzige Belegung bilden. Jede der Verbindungen führt zu einem Pol des Induktors. Wird der Apparat in Tätigkeit gesetzt, so entstehen zwischen den Platten Büschelentladungen, die einen durch dieselben geschickten Luftstrom stark ozonisieren.

Ausgehend von der Annahme, daß in den meisten Ortschaften

Wasserleitungen, in den Landhäusern ohne Wasserleitung dagegen meist hochgelegene Reservoirs vorhanden sind, wird das Wasser dazu benutzt, den Luftstrom durch den Ozonapparat zu führen; man ist also nicht auf den viel seltener vorkommenden elektrischen oder anderweitigen mechanischen Antrieb eines Ventilators angewiesen.

Die Ausnutzung des vorhandenen Wassers kann in zweierlei Weise geschehen. Die erste Art ist folgende:

Man benutzt ein bekanntes Wasserstrahlgebläse dazu, die Luft anzusaugen und durch den Ozonapparat zu drücken. Die so entstandene Ozonluft wird dem vom Strahlgebläse abfließenden Wasser entgegengeführt und bewirkt die Sterilisation, so daß man kein Abwasser verliert, sondern neben der Ozonluft sogar noch keimfreies Wasser erhält.

Die zweite Anwendung des Wasserdruckes erfolgt in einer Wasserstrahlmaschine, die einen kleinen Ventilator treibt, um die Luft durch den Ozonapparat zu führen. Um auch hier gleichzeitig keimfreies Wasser zu erhalten, wird die Ozonluft in das Radgehäuse geführt, wo sie mit dem frei herumspritzenden Wasser in innige Berührung kommt.

Der Vorzug einer solchen Anordnung ist nicht zu verkennen, da man hier eine Ersparnis an Kraft hat, die in einem ausgedehnten Krankenhause, in welchem größere Mengen keimfreien Wassers gebraucht werden, wohl zu berücksichtigen ist. Ferner aber ist der Apparat auch für den Gebrauch in den Wohnungen sehr geeignet.

7. Blindenschriftapparat.

Im Anschluß daran sei noch ein weiterer Apparat beschrieben, der von demselben Erfinder konstruiert wurde. Derselbe dient zur Herstellung von Schriftwerken für Blinde.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß hochgespannte Ströme sich auch dann von Pol zu Pol entladen, wenn sich zwischen den beiden Polen ein Isolierkörper befindet, welcher in diesem Falle der gegenseitigen Ausgleichung einen Widerstand entgegensetzt; nur darf indessen dieser nicht übermäßig groß sein.

Diesen Umstand und diese Eigenschaft hat sich der Erfinder zu nutze gemacht zur Erzeugung von Schriftzeichen oder Zeichnungen, die von Blinden durch die Gefühlsnerven der Finger wahrgenommen werden können. Bei der Herstellung derartiger Schriften oder

Zeichnungen wirkt das dazu benutzte Papier als der oben besprochene Widerstand. Der durch einen mäßig kleinen Induktor erzeugte Funken wird den ihn beim Ausgleich von dem Papier entgegengesetzten Widerstand überwinden und durch dasselbe Löcher schlagen. Auf diese Weise ist es sehr leicht möglich, eine schriftliche Verständigung zwischen einem Sehenden und einem Blinden herzustellen, das Schreiben geht ungefähr mit der Schnelligkeit, mit welcher man eine Schönschrift herzustellen im stande ist, während früher für eine derartige Verständigung das mühsame Durchstechen mit der Nadel notwendig war. Es wäre trotz des äußerst feinen Gefühles der Blinden ihnen nicht möglich, die auf diese Weise hergestellten Zeichen wahrzunehmen, da der beim Durchschlagen des Funkens hervorgerufene Grat oder die Erhöhung am Rande der Löcher nicht erhaben genug wäre. Zum besseren Hervorrufen des Grates ist es notwendig eine Kapazität parallel zur Funkenstrecke, in diesem Falle also parallel zu dem von der Feder überspringenden Funken zu schalten. Die Sauberkeit und die Höhe der Schrift, ihre Erhöhung über die Oberfläche des Papiere hängt aber auch noch von anderen wesentlichen Umständen ab, nämlich hauptsächlich von der Beschaffenheit der Schreibvorrichtung, der Feder. Nach Erfahrungen des Erfinders, die auf zahlreichen Versuchen beruhen, bekommt man aber trotz großer Energie und Kapazität nur große Löcher. Es ist deshalb notwendig gewesen, eine besondere Schreibfeder (der Ausdruck Feder ist nicht ganz korrekt, denn man kommt bei diesem zur Vorstellung einer unserer bekannten Schreibfedern) herzustellen, und auch dieses ist gelungen. Für unsere, eines der hauptsächlichsten und großartigsten Sinneswerkzeuge beraubten Mitmenschen ist nun durch diese Erfindung eine Hilfe geschaffen worden; denn sie sind in der Lage auf einfache und schnelle Weise ohne fremde Unterstützung sich schriftliche Aufzeichnungen selbst machen zu können. Für Menschen, die erst später im Leben ihr Augenlicht verloren haben, ist eine Möglichkeit geschaffen sich der von ihnen, während sie noch sehend waren, erlernten Schriftweise und Zeichen zu bedienen. Zufolge dieser Erfindung wurde auch schon der weitere Gedanke gefaßt, auf weite Entfernungen Schrift, hauptsächlich wichtige Unterschriften, handschriftlich auf elektrischem Wege zu übertragen, was durchaus nicht mehr unmöglich ist; auch die Herstellung von geschlagenen Karten für Webereien ist auf einfachem Wege an die Hand gegeben. Obwohl bis jetzt nur

von den erhabenen Zeichen und ihrer Verwendung die Rede gewesen ist, so erwies sich dieses neue Verfahren bei Verwendung einer anderen Feder zur Herstellung von Schablonen, wie sie jeder Maler vielfach zum figuralen Malen benutzt, ebenso brauchbar. Auch der Musterzeichner für Stickereien oder dergleichen wird durch diesen Apparat eine große Hilfe und Erleichterung in seinem Beruf finden.

8. Augenelektromagnete.

Die Eigenschaft magnetischen Eisens andere Eisenteilchen anzuziehen, ist von den Augenärzten schon lange benutzt worden, um kleinere Eisenspäne die sich im Auge festgesetzt haben, daraus zu entfernen. Solche Magnete sind ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden und man hat naturgemäß den Versuch gemacht, die Wirkung der Magnete zu verstärken. Die Verwendung von permanenten Magneten hat seine bestimmte Grenze. Denn erstens ist die Stärke derselben nicht veränderbar, dann aber auch werden größere Magnete zu schwer und zu unhandlich. Man hat deshalb Elektromagnete konstruiert, deren Zugkraft eine ganz hohe (mehrere Zentner) sein kann.]

Kleine Handelektromagnete finden da Verwendung, wo dieselben dem Splitter bis auf einige Millimeter genähert werden können. Die größeren dagegen können auch gebraucht werden, wenn es sich darum handelt, Eisensplitter aus Weichteilen zu entfernen.

Die Vorteile der großen Elektromagneten liegen einesteils in ihrer feinen Abstufung, andersteils aber auch in ihrer stets gleichbleibenden Zugkraft; denn man kann dieselben sehr weit von dem zu beseitigenden Eisenteilchen entfernen, ohne daß dabei die Zugkraft zu gering wäre. Nimmt man nämlich an, der Weg, den dieses Eisenteilchen zurücklegen muß, betrage 3 mm, der Abstand des Magneten von dem Span sei 500 mm, so wird die Kraft auf dem kurzem Wege von 3 mm keine Veränderung erfahren.

Die Elektromagnete bestehen aus einem zylindrischen Kern aus weichem Holzkohleneisen. Um diesen Kern sind Windungen isolierten Kupferdrahtes gewickelt. An dem Handelektromagneten ist ein Gewindestück befestigt, in welches verschieden geformte Ansätze eingeschraubt werden können. Bei den größeren Magneten ist der Kern kugelförmig ausgebildet. Aus Abb. 204 ist eine Konstruktion eines Elektromagneten nach Prof. Dr. Haab ersichtlich. Auf einem Holzgestell ist der Magnet drehbar angeordnet. Der

Eisenkern ist nach beiden Seiten zu kegelförmig ausgebildet. Die Spitzen sind vergoldet und abschraubbar. Rechts am Holzgestell ist ein Stützbrett für den Patienten angebracht. Ein Metallrheostat dient dazu den Strom zu regulieren. Links seitlich befinden sich Ausschalter und Umschalter. Letzterer hat den Zweck, die Wick-



Abb. 204. Augenelektromagnet.

lung des Magneten, die geteilt ist, nach Belieben hintereinander oder parallel zu schalten, wodurch in letzterem Falle die Wirkung doppelt so groß wird.

Als Stromquelle dient bei kleineren Magneten eine Batterie; bei größeren dagegen verwendet man vorteilhaft den Strom einer Akkumulatorenbatterie oder einer Gleichstromzentrale. Wechselstrommagnete sind weniger zu empfehlen, einmal wegen der be-

deutend geringeren Zugwirkung, dann aber auch erhitzen dieselben infolge der hohen Polwechsel den Span. Man tut deshalb gut, den Wechselstrom in einem rotierenden Umformer in Gleichstrom zu verwandeln.

An dieser Stelle sei noch ein Apparat erwähnt, der dazu dient, sowohl das Vorhandensein eines Eisensplitters nachzuweisen, als auch die ungefähre Lage desselben zu bestimmen. Derselbe ist nach Prof. Dr. Hirschberg angegeben und wird von Reiniger, Gebbert & Schall gebaut. Ein kleiner Stahlmagnet ist an einem Seidenfaden freischwingend vor einem Spiegel angeordnet. Letzterer reflektiert das Licht einer Lichtquelle und wirft den Schatten des Seidenfadens auf eine Skala. Nähert man diesen Apparat dem verletzten Auge, so weicht der Schatten auf der Skala aus, sobald ein Eisenspan vorhanden ist. Aus der Richtung der Ablenkung kann man dann auf die Lage des Spanes schließen, wenn man den Apparat an verschiedenen Stellen anwendet.

Medizinische Literatur über Augenelektromagnete.

Barkan. Entfernung von eisernen Fremdkörpern aus dem Innern des Auges. *Archiv of Ophthalmology*. Vol. XXVII, Heft 1. Ref.: *Berl. Klin. Wochenschr.*, Lit.-Auszüge, S. 19, 1899.

Goldschmidt, Hugo. Über Entfernung von Eisensplittern aus der Tiefe des Auges mit dem Elektromagneten. *Deutsche med. Wochenschr.* Nr. 3, S. 40, 1895.

Haab, O. Ein neuer Elektromagnet zur Entfernung von Eisensplittern aus dem Auge. *Beiträge zur Augenheilkunde*, XIII. Heft, S. 68, 1894.

Hirschberg, J. Die Magnetoperation in der Augenheilkunde. Nach eigenen Erfahrungen dargestellt. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage. Leipzig, Veit & Co., 1899. Mit 31 Abb. im Text. Ref.: *Lit. Beilage d. Deutsch. med. Wochenschr.* Nr. 12, S. 75, 1899.

Hirschberg, J. Das Magnet-Operationszimmer. *Deutsche med. Wochenschr.* Nr. 20 u. 21, 1901.

Hirschberg, J. Ein seltener Operationsfall. Die Therapie der Gegenwart, 1900, Januar, S. 18.

Hirschberg, J. Magnetextraktion. *Sitzungsbericht d. Berl. med. Gesellsch.* v. 8. Nov. 1899. *Deutsche Med.-Ztg.* Nr. 92, S. 1052, 1899.

Hürzeler, Adolf. Über die Anwendung von Elektromagneten bei den Eisensplitterverletzungen des Auges. *Beiträge zur Augenheilkunde*, XIII, S. 20, 1894.

Peltesohn. Eisensplitterverletzungen des Auges. *Münchener med. Wochenschrift*. Nr. 5, S. 200, 1901.

Peltesohn. Intraokulare Eisensplitterverletzung (Demonstration von 7 Fällen). *Sitzungsbericht des ärztlichen Vereins in Hamburg*, 22. I. 1901. *Vereinsheil. d. Deutsch. med. Wochenschrift*. Nr. 9, S. 71, 1901.

Sachs, M. Sideroskop und Elektromagnet; ihre Verwendung in der Augenheilkunde. *Wiener klin. Wochenschr.* 1898, Nr. 43.

Schmidt-Rimpler, H. Die Anwendung starker Elektromagneten zum Herausziehen von Eisensplintern aus dem Auge. Berl. klin. Wochenschr. 1895. Nr. 40, S. 870.

Schreiber. Über Magnetextraktionen eiserner Fremdkörper aus dem Augennern. Münchener med. Wochenschr. Nr. 16, S. 558, 1900.

Türk, Siegm. Untersuchungen über Augenmagnete. Vortrag gehalten am 27. Juni 1900 in der Berl. med. Gesellsch. Berl. klin. Wochenschr. Nr. 41, S. 910, 1900.

Vüllers. Einige Fälle von Eisensplitterextraktion aus dem Augapfel mittels Elektromagneten. Deutsche med. Wochenschr. 1898, Nr. 25.

X. Behandlung und Reparaturen der Apparate.

Die Fabrikanten pflegen jedem Apparate Vorschriften, Erläuterungen und häufig auch Schaltungsschematas beizugeben. An dieser Stelle soll jedoch über die Behandlung und Reparaturen ein kurzer Überblick gebracht werden, um einige Gesichtspunkte zu geben, nach denen man Fehler bestimmen und beseitigen kann. —

Bei Batteriebetrieb ist der Fehler zum weitaus größten Teil in einem Defekt der Elemente zu suchen, sei es, daß durch Schütteln oder unvorsichtigen Transport ein Teil des Elektrolyt verschüttet ist, oder daß durch den längeren Gebrauch die Kraft derselben nachgelassen hat. Man untersuche deshalb vor allen Dingen die Batterie und schalte dann, wenn man äußerlich nichts wahrnehmen kann, was auf den Defekt schließen läßt, ein Element nach dem anderen einzeln in den Meßkreis ein. Hierbei leistet also ein Doppelzellenschalter sehr gute Dienste, indem derselbe durch Verschieben beider Hebel zugleich schnelles und sicheres Auffinden ermöglicht. Gibt der Strommesser bei irgend einem Elemente keinen Ausschlag, so ist letzteres herauszunehmen und die beiden freierwerdenden Enden zu verbinden. Das entfernte Element ist dann zu untersuchen und eventuell neu aufzufüllen, bevor man jedoch untersucht hat, ob auch wirklich der Fehler dadurch beseitigt ist. Sollte es sich herausstellen, daß der Apparat nun noch immer nicht in Ordnung ist, so liegt der Fehler in der Verbindung der Elemente untereinander. Dieser letztere Fall kann eintreten durch Verschütten der Säure oder durch häufiges Knicken der Drähte. Man merkt den Bruch eines Drahtes an einem losen be-

weglichen Zusammenhängen. Ähnlich verfährt man auch bei Akkumulatoren.

Es ist allgemein die Ansicht verbreitet, daß man durch einfaches Anfassen der beiden Pole der Batterie den Defekt nachweisen könne. Meist aber ist die Haut des Untersuchenden zu trocken, um bei den kleinen Stromstärken auch nur das geringste Gefühl hervorzurufen. Vor einem Auffinden des Fehlers mit der Zunge ist entschieden zu warnen, weil die Nerven leicht durch eventuell auftretende hohe Stromstärken überreizt werden können und Anlaß zu Lähmungen geben. Das beste und sicherste Mittel ist immer der Strommesser oder Spannungsmesser.

Hat es sich nun herausgestellt, daß der Fehler nicht in der Batterie lag, so untersuche man zunächst, ob alle Verbindungen fest und richtig sind. Man ziehe alle Schrauben nach und sehe dann zu, ob der Apparat jetzt Strom liefert.

Aber auch diese Methode liefert nicht immer das Resultat. Man muß alsdann jeden einzelnen Teil des Apparates untersuchen und den Fehler bestimmen.

Lag nun die Störung in der Batterie, so ist zu erforschen, welcher Art dieselbe ist. Zunächst ist darauf zu achten, daß in jedem Element eine genügende Menge Elektrolyt vorhanden ist. Ist die Färbung der Säure bei Chromsäureelementen graugrün, so ist dieselbe verdorben und durch neue zu ersetzen. Bei Leclanché-Elementen setzt sich das Salz in den Braunstein am Boden des Gefäßes ab. Letzterer ist alsdann herauszunehmen und das Element frisch zu füllen. Eine Aufarbeitung bei Trockenelementen ist nicht möglich, wenigstens für den Laien nicht. Dieselben sind bei Defekt gegen neue Elemente auszutauschen. Durch den langen Gebrauch kann ferner der Zinkstab durchgefressen sein. Derselbe ist dann durch einen neuen zu ersetzen. Gerade bei Tauchbatterien ist eine Anzahl Zinkstäbe zur sofortigen Auswechselung bereit zu halten. Es kann auch bei den letzteren die Kohle verdorben sein, die dann ebenfalls zu erneuern ist.

Beim Neufüllen der Elemente ist bei den Chromsäureelementen die Beimengung von Schwefelsäure nicht zu vergessen.

Hat man eine Akkumulatorenbatterie, so ist beim Versagen in den meisten Fällen eine Entladung eingetreten. Das Neuladen kann, wenn ein Gleichstrom-Anschluß vorhanden ist, leicht selbst gemacht werden. Man schaltet dann eine Anzahl Glühlampen vor. Stärke und Zahl der Lampen richtet sich nach der Größe der

Batterie. Die Lampen werden dabei nicht hintereinander, sondern unter sich parallel geschaltet, Abb. 38. Meistens aber müssen die Batterien zum Neuladen an eine entsprechend eingerichtete Stelle gegeben werden.

Die einzelnen Hilfs- und Nebenapparate, die bei den verschiedenen Behandlungsarten gebraucht werden, können die mannigfaltigsten Defekte aufweisen und sollen dieselben ungefähr in der Reihenfolge erläutert werden, in welcher die Apparate selbst vorstehend beschrieben wurden.

Die Apparate der Galvanisation bieten mit ihren komplizierten Schaltungen nur eine sehr geringe Möglichkeit einen Defekt herauszufinden, der nicht an der Batterie liegt. Hat man die einzelnen Leitungen ganz genau verfolgt und keinen Fehler gefunden, so wende man seine Aufmerksamkeit den Schleifkontakten des Kollektors, des Rheostaten und der Schalter zu. Indem man die Apparate von der Seite gegen das Licht betrachtet, kann man bald erkennen, ob die Schleiffedern auch wirklich anliegen. Gegebenenfalls kann man dann durch Loslösen der Schrauben die Federn herausnehmen und ihnen wieder durch Biegen die richtige Form geben. Weiterhin kann es vorkommen, daß durch starkes Funken die metallische Oberfläche oxydiert ist, oder aber daß durch Staub, Öl u. s. w. sich eine feste für den Strom undurchlässige Schicht gebildet hat. Mit feinem Schmirgelpapier reinigt man dann die Kontakte und wischt sorgfältig die zwischen den Kontaktknöpfen eingeklemmten und verstreuten Metallspäne mit einem Tuche fort.

War der Apparat lange Zeit außer Tätigkeit, so sind die beschriebenen Untersuchungen vorteilhaft auch dann anzustellen, wenn derselbe noch arbeiten sollte. Die Elektroden, die unter dem Stoffüberzug meist noch eine Schicht von Moos haben, müssen vor dem Gebrauch nachhaltig angefeuchtet werden, da dieselben nur langsam Wasser aufsaugen.

Auch die Elektrodenhalter können der Sitz der Störung sein, sei es nun, daß die Kontakte oxydiert sind, sei es, daß sich Schmutz angesetzt hat oder die Kontaktfedern verbogen sind. Man verfährt dann ähnlich wie bei der Untersuchung der Rheostaten. Alle Brüche an Kurbel, Hebel oder anderen Apparateilen können nicht von dem Operierenden behoben werden. Die Teile sind dann entweder einem tüchtigen Mechaniker oder der Fabrik zur Reparatur zu übergeben.

Bei elektrolytischen Bädern ist das Versagen nächst der Apparatur.

einem Kurzschluß zwischen den Zuleitungsdrähten zuzumessen. Es kann nämlich sehr leicht vorkommen, daß die Isolierung der Drähte durch die in Badestuben stets reichlich vorhandenen Feuchtigkeiten durchgefault und an einzelnen Stellen der blanke Draht zu Tage tritt. Kommen nun zufällig zwei Stellen verschiedener Zuleitungsdrähte zusammen, so wird der Strom natürlicherweise nicht durch den größeren Widerstand, d. i. die Badeflüssigkeit gehen, sondern direkt an die blanken Stellen. Es ist deshalb bei der Einrichtung einer neuen Anlage sorgfältig auf gute Isolierung zu achten. Wenn möglich, sind die Drähte auf Isolierrollen zu verlegen. Man kann diesen Defekt sehr leicht dadurch konstatieren, daß man die Drähte von den Elektroden löst, dieselben getrennt hält und am Meßinstrument nachsieht, ob ein Ausschlag erfolgt. Geschieht dies, so liegt der Fehler an einem Kurzschluß. Man beseitigt alsdann die beschädigten Drähte und ersetzt dieselben durch neue.

Ist in den Stromkreis ein Badeumschalter eingeschaltet, so kann derselbe auch der Sitz des Schadens sein. Es kann leicht ein Metallspänchen in die Lücken der einzelnen Segmente gekommen sein. Dasselbe entfernt man dann, indem man mit einem steifen Papierblatte durch die Fugen fährt.

Bei einem Anschlusse an eine Zentrale kann ein Erdschluß leicht Anlaß zu Störungen sein. Denselben kann man dadurch beseitigen, daß man Drähte und die Wanne auf Porzellan- oder Glasisolatoren anbringt.

Bei der Kataphorese und Elektrolyse können im wesentlichen die gleichen Störungen auftreten, wie bei den elektrolytischen Bädern.

Das Versagen bei den Apparaten zur Franklinisation ist fast immer auf einen Defekt der Influenzmaschinen zurückzuführen. Es ist darauf zu achten, daß die Maschinen in einem verschlossenen Kasten stehen, der sowohl Staub als auch Feuchtigkeit abhält. Ist es nicht zu erreichen, daß die Maschine in einem trockenen Raume steht, so muß man durch künstliche Mittel die Feuchtigkeit beseitigen. Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich Chlorcalcium oder konzentrierte Schwefelsäure in einem offenen Gefäß in dem Schutzkasten aufzustellen.

Bei längerem Gebrauch wird die Scheibenoberfläche der Maschine durch die an derselben auftretenden Funken schadhafte. Die Scheiben sind deshalb von Zeit zu Zeit zu reinigen. Bei Glas-scheiben reibe man mit einem mit Benzin angefeuchteten Lappen

die Oberfläche ab. Sollte dies auch noch nicht den erwünschten Erfolg haben, so entferne man die Lackschicht und trage eine neue sorgfältig auf. Man verwendet am vorteilhaftesten guten frischen durchsichtigen Spirituslack.

Hartgummischeiben reinige man mit einem reinen wollenen Lappen, der durch Spiritus angefeuchtet ist. Erreicht man hierdurch noch keine tiefschwarze Farbe auf der Oberfläche, so poliere man mit einem feinen Poliermittel, wie Schlemmkreide oder gebrannter Magnesia.

Die Maschinen mit Hartgummischeiben wolle man sorgfältig vor Sonnenlicht schützen, da dieselben sonst leicht krumm werden. Große Wärme schadet den Scheiben ebenfalls und sind diese Maschinen deshalb nicht zu nahe am Ofen aufzustellen.

Der empfindlichste Teil bei den Apparaten zur Faradisation ist der Unterbrecher, der allzuoft der Grund zu Störungen ist. Die Regulierschrauben sind tunlichst nicht zu verstellen, weil bei unsachgemäßer Regulierung der Fehler nur noch vergrößert wird. Sollte die Störung doch durch Verstellen der Schrauben behoben werden können, so ist der Anker so einzustellen, daß die Kontakte ungefähr 1 mm voneinander entfernt sind. Man schaltet alsdann den Strom ein und versucht unter stetem Anstoßen des Ankers die Regulierschraube einzustellen, bis der Unterbrecher von selbst arbeitet. Es kann leicht vorkommen, daß ein Unterbrecher auch bei richtiger Einstellung erst dann anfängt zu arbeiten, wenn der Anker angestoßen wird. Es empfiehlt sich diesen Apparat daraufhin zu untersuchen.

Sollte nach sorgfältigem Untersuchen dennoch nicht der Fehler gefunden werden, so liegt derselbe an der Spule des Induktionsapparates. Derselbe ist dann an die Fabrik zur Reparatur zu senden. Jedoch kommen solche Defekte höchst selten vor und man tut gut, vorerst nochmals alles gründlich zu untersuchen.

Störungen an Apparaten zur Arsonvalisation lese man weiter unten unter denen für Röntgeninstrumentarien nach. Bei denen für sinusoidale Faradisation sei auf die für Galvanisation und Faradisation verwiesen, jedoch bezüglich der Umformer sei an dieser Stelle bemerkt, daß eine Störung derselben durch ungenügende Schmierung stattfinden kann, oder durch Verschleiß oder schlechtes Anliegen der Bürsten. Bei Lichtbädern liegen die Störungen zum größten Teil an einem Defekt der Zuleitungen. Am Lichtbade selbst kommen selten Störungen vor, weil bei einem guten Bade

die Leitungen im Inneren gut verdeckt verlegt sind. Ein Vorrat von Glühlampen ist bei den Glühlichtbädern stets bereit zu halten, um etwa durchgebrannte Glühbirnen durch neue zu ersetzen.

Ebenso selten kommen Störungen an Finseninstrumentarien vor. Man achte stets auf eine Zirkulation des Kühlwassers, damit die Linsen durch die Wärme nicht platzen.

Neben Versagen der Batterien kann bei Apparaten zur Galvano-kaustik nur ein Defekt der Kontakte vorkommen. Derselbe ist dann leicht durch gegen das Licht halten aufzufinden.

Die unter IX, Abschnitt 5 beschriebenen Apparate lassen sich von dem Laien nicht reparieren, es sei denn, daß die Störung in den Zuleitungen zu finden ist.

Über die Störungen an Röntgeninstrumentarien kann zum größten Teil auf den entsprechenden Teil der Beschreibungen verwiesen werden. Die Defekte der Stromquellen sind an den verschiedenen Stellen dieses Kapitels behandelt.

Die Unterbrecher sind von Zeit zu Zeit gründlich zu reinigen. Die mechanischen Unterbrecher werden durch Säubern der einzelnen Teile und durch Abschmiegeln der Kontakteile wieder in Stand gesetzt.

Bei den Quecksilberstrahlenunterbrechern sind diese durch einen feinen Draht auszuputzen und durch Abspülen in Spiritus zu reinigen.

Das Quecksilber der Unterbrecher wird mit dem Schlamme durch ein Filter gegossen und zwar eignet sich als Filtermasse sehr gut ein festes Hirschleder (Fensterleder). Ist das Quecksilber durch Petroleum verunreinigt, so spült man vorteilhaft vorher mit Benzin aus, überbrüht dasselbe dann mit heißem Sodawasser und trocknet es, nachdem man noch mit Wasser nachgewaschen hat, durch Fließpapier.

Ist die Verunreinigung durch Alkohol erzeugt worden, so spült man den Schlamm mit Spiritus ab und gibt das Quecksilber dann in den Filter.

Die elektrolytischen Unterbrecher müssen von Zeit zu Zeit neu aufgefüllt werden. Man verwendet dazu verdünnte chemisch reine Schwefelsäure. Als Verdünnungsmittel nehme man nur destilliertes Wasser. Das spezifische Gewicht der Säure sei ungefähr 1,15 bis 1,19, d. i. bei 65° Schwefelsäure auf 1 l Säure ca. 20 l destilliertes Wasser.

Bei starkem Betriebe der Instrumentarien, wie z. B. in Kranken-

Zacharias und Müsch, Elektromedizinische Apparate.

häusern und in den Laboratorien der Spezialärzte, tut man gut, die Unterbrecher an einem Orte aufzustellen, der entweder einen starken Luftzug hat oder aber der getrennt von dem Behandlungszimmer ist. Zwar wird dadurch die Behandlung und Regulierung während des Betriebes wesentlich erschwert, anderseits aber ist durch diese Anordnung das Geräusch des Unterbrechers nicht hörbar, das vielen Patienten Angst einflößen kann, sodann ist auch vermieden, daß die aus dem Unterbrecher aufsteigenden Quecksilber- oder Säuredämpfe eine schädliche Wirkung auf die Gesundheit des Operateurs ausüben können.

Bei den Quecksilberunterbrechern ist nach jeder Reinigung ein kleiner Zusatz von Quecksilber beizugeben, der das verdampfte ersetzen soll. Man achte darauf, daß der Alkohol rein und nicht denaturiert ist. Während der Reinigung ist die größte Vorsicht zu beobachten und die direkte Berührung des Quecksilbers zu vermeiden. Offene Wunden an den Händen, selbst die kleinste Schürfung kann Anlaß zu schweren Vergiftungserscheinungen geben.

Defekte an Teilen eines Induktors können durch die Hand des Operateurs nicht behoben werden. Man achte beim Betriebe darauf, daß die von der Fabrik angegebene höchste Stromstärke nicht überschritten wird, weil sonst leicht ein Durchschlagen der Windungen auftreten kann. Ist eine merkliche Schwächung der Leistung zu erkennen, so ist der Induktor unverzüglich an die Fabrik zur Reparatur zu senden. Weniger zu empfehlen ist es denselben einem Mechaniker zu übergeben, da dieser in den seltensten Fällen die komplizierten Anlagen zur Herstellung von Induktoren hat.

Über das Verhalten bezw. Verschlechtern der Röntgenröhre beim Betriebe, wurde in der Beschreibung der Röhren hingedeutet. Eine Reparatur derselben von unberufener Seite ist vollständig ausgeschlossen. Es erübrigt, nur an die schweren akuten Erkrankungen zu erinnern, die durch unvorsichtigen Gebrauch der Röhren herbeigeführt werden können. Man hüte sich die Strahlen zu oft und lange auf sich einwirken zu lassen. Bei Röntgenphotographien ist darauf zu achten, daß die Röhre erst dann eingeschaltet wird, wenn die Lage des Patienten ganz genau festgestellt ist; wie dann auch der Aufbewahrungsort der photographischen Platten möglichst weit von dem Röntgenkabinett zu wählen ist.

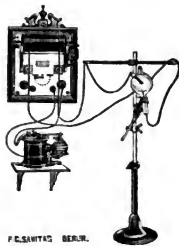
Zur Reparatur an den Apparaten ist ein kleiner Werkzeugkasten bereit zu halten, der vorteilhaft folgende Teile enthält:

- 1 kleiner Hammer.
- 1 großer Hammer.
- 1 Flachzange,
- 1 Rundzange,
- 1 Beißzange,
- 1 Pinzette,
- 1 Schaber,
- 1 Schraubenzieher 2 bis 4 mm breit.
- 1 Schraubenzieher 6 bis 8 mm breit.
- 1 verstellbarer Schraubenschlüssel,
- 1 Feilkloben,
- 1 Vorfeile,
- 1 Schlichtfeile,
- 1 LötKolben,
 - Lötzinn,
 - Lötwasser,
 - Salmiak,
 - Schmirgelpapier,
 - Wollene Lappen.

Anhang.

(Während der Drucklegung erhaltene Neuerungen.)

Das Buch ist abgeschlossen und schon tauchen einige Neuerungen auf, deren Wert in der Praxis erprobt wurde, die wir den Lesern ebenfalls glauben unterbreiten zu müssen. Das rege Interesse, das heute ein großer Teil der Ärzte an dem Heilmittel Elektrizität nimmt, gebietet den ausführenden Firmen manche Apparate, die sonst nur dem Krankenhause, oder den Spezialinstituten zugänglich waren, sei es wegen der Anschaffungskosten, sei es der Rentabilität halber, so umzugestalten, daß auch ein Arzt der Privatpraxis sich ihrer bedienen kann. Es ist besonders die Elektrizitäts-Gesellschaft „Sanitas“, die dieses Prinzip verfolgt und die neben ihren sonstigen Apparaten ein solches Rüstzeug pflegt.



P. SANITAS BERLIN.
Fig. 205. Wodal-Unterbrecher.

Der Röntgenspezialist bedarf zur Ausübung seines Berufes großer und vielseitiger Apparate; für den praktischen Arzt jedoch kommen einfache und leicht zu bedienende Vorrichtungen in Betracht: Auf einer Marmortafel (Abb. 205) befinden sich Induktor und Schaltapparate. Ein Wodal-Unterbrecher wie ihn Abb. 127 zeigt, befindet sich in handlicher Höhe auf einem Konsol. Röhre und einfaches Stativ lassen sich bei Nichtbenutzung in einer Ecke des Zimmers aufstellen. (Zu Seite 121 u. ff.)

Die folgende Abb. 206 bringt ein Vierzellenbad nach Dr. Schnée. — Nicht zu verkennende Mängel haben die beschriebenen elektrischen Bäder, die durch dieses Vierzellenbad zum großen Teil behoben sind. Während die Elektrisation mittels Handelektroden nur bis zu einer ganz bestimmten Stärke vorgenommen werden kann, da sonst Schmerzgefühl in den Gelenken auftritt, bei Diaphragmabädern aber (Zweizellenbad nach Prof. Gärtner) der Abschluß der Wannenhälften niemals so dicht sein kann, daß der

Körper des Patienten allein die leitende Verbindung derselben bildet, so sind diese Übelstände beim Vierzellenbad dadurch behoben, daß die Übergangsfläche sehr groß ist, anderseits aber auch der ganze Strom gezwungen ist den Weg durch den Körper zu nehmen. Letzterer Umstand ermöglicht es ganz genau festzustellen, welche Elektrizitätsmenge durch den Körper geht, die der an den Meßapparaten abgelesenen Stromstärke entspricht. Ein großer Vorteil ist der, daß der Patient sich nicht völlig zu entkleiden braucht. Es genügt vielmehr das Entblößen der Arme und der Unterschenkel, was bei Frauen oft erst eine Behandlung möglich macht; bei Gichtikern z. B. sowohl für den Arzt wie den Patienten eine große Annehmlichkeit sein wird. Bei Herzkranken und Nervenkranken bietet das Bad noch mancherlei Vorteile, die in einem bequemen Sitzen liegen dürften, so daß bei diesen Kranken die fast immer unvermeidliche Beklemmung und Atemnot fortfällt. Neben der einfachen Galvanisation können alle therapeutisch wirksamen Ströme Verwendung im Vierzellenbade finden: so faradischer



Abb. 206.

Abb. 206.* Vierzellenbad.

Strom, kombinierter galvanischer und faradischer Strom, sinusöidaler Wechselstrom oder pulsierender Gleichstrom. Sehr gute Resultate lieferten Versuche mit Hilfe dieses Bades eine kataphorische Wirkung zu erzielen.

Wie die Abbildung erkennen läßt sind bei diesem Bade vier voneinander getrennte Zellen aus Porzellan vorhanden, in welche eine Elektrode aus Kohlenplatten oder Kohlenstäben taucht. Die Zellen werden so hoch mit Wasser gefüllt, daß Arme und Beine genügend benetzt werden. Die wirkliche Stromübergangsfläche bilden also die benetzten Gliedmaßen. Da diese Flächen gegenüber den gebräuchlichen Elektroden sehr groß sind, so lassen sich Ströme von hoher Intensität schmerzlos applizieren. Die Armzellen sind in der Höhe mittels Handräder verstellbar. Die ganze Einrichtung nimmt keinen größeren Raum als den eines Sessels ein,

so daß dieselbe auch in dem Konsultationszimmer eines praktischen Arztes ohne größeren Platzanspruch stehen kann. Ein Badeofen fällt fort und kann das Wasser auf der Kochmaschine gewärmt und mit Eimern zu- und fortgetragen werden. Mannigfaltige Stromkombinationen lassen dieses Bad um so schätzenswerter erscheinen (z. S. 198.)

Literatur.

Eulenburg. Über einige neuere elektrotherapeutische Methoden. Die Therapie der Gegenwart. Heft 10, 1902.

Gerlach. Untersuchungen mit dem elektrischen Vierzellenbad (System Dr. C. E. Schnée). Arbeiten aus dem Institut für Chemie und Hygiene von Prof. Meinecke u. Gen. Wiesbaden 1900.

Hoffa. Demonstration des elektrischen Vierzellenbades. Deutsche medizinische Wochenschrift Nr. 12, 1904.

Lossen. Das elektrische Vierzellenbad. Die Krankenpflege. Bd. I, Heft 6, 1901/02.

Lossen. Das Elektrisationsverfahren im Schnéeschen Vierzellenbad. Archiv für Orthopädie, Mechanothérapie und Unfallchirurgie. Bd. II, Heft 3; 1904.

Noorden. Die Zuckerkrankheit und ihre Behandlung. Berlin 1901.

Noorden. Über das elektrische Vierzellenbad. Die Krankenpflege, Bd. I, Heft 1. 1901.

Schnée. Über das elektrische Vierzellenbad. Verhandlungen der deutschen Naturforscher und Ärzte 1902. 2. Teil, 2. Hälfte.

Stintzing. Handbuch der Therapie innerer Krankheiten. Jena 1903.

Wiedeburg. Das elektrische Vierzellenbad nach Dr. Schnée. Jahresbericht des Thüringer Bäderverbandes 1903/04.

Um zugleich von mehreren Seiten die Bestrahlung einzelner erkrankter Gelenke vornehmen zu können, dient eine Doppelbestrahlungs-
 Abb. 207. Die beiden Lampen befinden sich in je einem Reflektor, der das Licht und die Wärme der Glühbirne stark konzentriert auf den zu behandelnden Körperteil wirft. Die Lampen sind auswechselbar, so daß nach Belieben auch farbiges Licht Verwendung finden kann. Die beiden Reflektoren sind am Arm eines Stativs verschiebbar angeordnet, wie denn überhaupt durch 5 verschiedene Gelenke die beiden Lampen in jede gewünschte Lage und Entfernung gebracht werden können. Der Vorteil dieser Anordnung liegt in der verkürzten Behandlungszeit.



E. C. SANTIS BERLIN.

Abb. 207. Doppelbestrahlungs-
lampe mit Glühlicht.

Abb. 208 zeigt einen kombinierten Scheinwerfer für Eisen- und Kohlenlicht. Auf einem niedrigen eisernen Dreifuß befindet sich ein nach oben gerichteter rechteckiger Rahmen, der um einen vertikalen Zapfen im Dreifuß drehbar ist. Die nach oben verlaufenden Seitenschienen des Rahmens endigen in eine Gabel, die zwei weitere Schienen drehbar aufnimmt. Letztere tragen zwischen sich das von einem Schutzkasten umgebene Regulierwerk für die Kohlenelektroden, aus dem senkrecht nach oben gerichtet die Halter für die Kohlenelektroden herausragen. Die Kohlen selbst stecken in horizontaler Lage in den Haltern. Die in den gabelförmigen Köpfen gelagerten Schienen nehmen ein tubusförmiges Schutzgehäuse auf. In diesem Gehäuse ist ein Metallreflektor zwischen den Haltern der Kohlenelektroden verschiebbar angeordnet. Zur günstigen Reflexion muß der vordere Halter die positive stärkere Kohle tragen.



Abb. 208. Dermo-Scheinwerfer.

Die Eisenelektroden sind senkrecht zur Längsachse des Tubus gestellt und stecken in zwei Führungshülsen, die in der Mitte des Schutzgehäuses angebracht sind. Die Hülsen tragen die in die Eisenelektroden auslaufenden Ansätze für die Wasserschläuche, sowie eine Klemmvorrichtung zum Befestigen der Leitungsschnüre. Das Kühlwasser durchfließt nacheinander die Elektroden. Das Schutzgehäuse ist von oben und unten mit einem horizontal verlaufenden Falz zur Aufnahme farbiger Glasscheiben versehen.

Während bei der vorhin beschriebenen Lampe nur abwechselnd Kohle- oder Eisenlicht Verwendung findet, ist bei der Triplet-Lampe (Abb. 209) eine Kombinationsbehandlung möglich.

Eine mit Fuß versehene Säule trägt in sich eine zweite, die verschiebbar angeordnet ist und die durch eine Kurbel festgehalten und verstellt werden kann. Die Lampe selbst ist durch ein Kugelgelenk mit der zweiten Säule verbunden. Links befindet sich der Kühlmantel, ein oval geformtes und nach vorn konvexes Metallgefäß, das in seiner Mitte eine Ausstrahlöffnung mit Bajonettansatz zur Aufnahme der zur Verwendung kommenden Linsen trägt. Der Kühlmantel hat außerdem noch einen seitlichen Falz zur Aufnahme von farbigen Gläsern zum Schutze der Augen. Eine Schlittenvorrichtung mit Zahnbetrieb trägt die nach allen Richtungen hin verschiebbaren Elektrodenhalter, die entweder Kohlen- oder Eisenelektroden oder



Abb. 209. Triplet-lampe.

eine Eisen- und eine Kohlenelektrode aufnehmen. Elektroden wie Kühlmantel und Linsen sind stets in die Wasserzirkulation eingeschaltet. Die Lampe ist speziell für den Gebrauch in Krankenhäusern und für Hautspezialisten bestimmt, sie gleicht der in der Finsenheilmethode bekannten Lortet-Genoud-Lampe, die in Frankreich und England ausgedehnte Verwendung findet. Der Stromverbrauch beträgt ca. $\frac{1}{10}$ des bei dem alten Finsenapparat.

Sachverzeichnis.

A.

- Absorption bei Röntgenröhren [131.](#)
- Akkumulator [24.](#)
 - Auswahl [26. 46.](#)
 - Behandlung [30.](#)
 - Eigenschaften [39.](#)
 - Entladen [32. 34. 45.](#)
 - Füllung [30.](#)
 - Herstellung [25.](#)
 - Laden [32. 37. 43.](#)
 - Schaltungen [37. 40.](#)
 - Verwendung [26.](#)
 - Vorkehrungen [33. 37.](#)
- Aktive Elektrode [208.](#)
- Albers-Schönberg Dr. [154.](#)
- Ampèremeter [118.](#)
- Amplitude [229.](#)
- Anlagekosten für Dynamobetrieb [56.](#)
- Anordnung der Elemente [9.](#)
- Anschaffung von Akkumulatoren [46.](#)
- Anschluß an Elektrizitätswerke [59.](#)
- Anschlußapparate für Gleichstrom [60.](#)
 - Wechselstrom [60.](#)
- Anschlußwiderstand [111. 117.](#)
- Antikathode [130. 131. 141.](#)
- Antriebsmaschinen für Dynamos [54. 146.](#)
- Anwendungsgebiet [6.](#)
- Apostoli [232.](#)
- Aristoteles [1.](#)
- Aron [120.](#)
- Arsonvalisation [228.](#)
 - Literatur [233.](#)
- Astatische Magnete aus einem Stück [253.](#)
- Aufsuchen von Fremdkörpern [155.](#)
- Angenelektromagnete [281.](#)
- Aushalter [106.](#)
- Auswahl von Akkumulatoren [28.](#)
 - " " Röntgenapparaten [161.](#)
- Autokonduktion [233.](#)

B.

- Bäder
 - bipolare [193.](#)
 - Bogenlicht- [254. 255.](#)

- Bäder
 - elektrolytische [197.](#)
 - Literatur [201.](#)
 - galvanische [197.](#)
 - Glühllicht- [254. 255.](#)
 - hydro-elektrische [197.](#)
 - monopolare [198.](#)
- Badeumschalter [198.](#)
- Barbier-Element [14.](#)
- Bariumplatincyannür [131. 149.](#)
- Behandlung von Akkumulatoren [30.](#)
- Behandlung
 - mit Arsonvalisation [227.](#)
 - " Bogenlampe [255.](#)
 - " Elektrolyse [202.](#)
 - " Elektromagneten [244.](#)
 - " Faradisation [222.](#)
 - " Finsenlicht [259.](#)
 - " Franklinisation [215.](#)
 - " Funkenlicht [263.](#)
 - " Galvanischem Strom [188.](#)
 - " Galvanokaustik [267.](#)
 - " Glühlampe [254.](#)
 - " Heißluft [272.](#)
 - " Kataphorese [207.](#)
 - " Magnetismus [242.](#)
 - " Sinusoidaler Faradisation [238.](#)
- Benzinmotor [56.](#)
- Betrieb von Dynamos [57.](#)
 - Induktoren [48.](#)
- Bewegungen im Magnetfeld [247.](#)
- Bipolares Bad [198.](#)
- Bircher [243.](#)
- Bleiglasschutz [138.](#)
- Bleirahmen für Akkumulatoren [49.](#)
- Bleisicherungen [107.](#)
- Blindenschrift [49.](#)
- Bogenlampen [77.](#)
- Bogenlichtbad [256.](#)
- Bohadsch [2.](#)
- Bohrvorrichtungen [95—98.](#)
- Breiger [249.](#)
- Brenner f. Kaustik [268.](#)
- Bröse [197.](#)
- Bunsen [9.](#)
- Büschelentladung [218.](#)

C.

Cardanisches Gehänge 98.
 Casper 186.
 Cavallo 8.
 Cheasborough 88.
 Chirurgische Operations-Instrumente 277.
 Chromoradiometer 152.
 Chromsäure-Elemente 15.
 Crookes 130.
 Cystoskop 183.

D.

Davy 78.
 Demonstrationscystoskop 185.
 Depolarisation 9. 23.
 Dépérez-d'Arsonval 115.
 — Präzisionsapparat 116.
 Dermolampe 263.
 Dermoscheinwerfer 275.
 Diamant 148.
 Diaphanoskopie 180.
 Diaskopie 148.
 Differentiallampe 78.
 Differentialbogenlampe 82.
 Dioskorides 1.
 Donath 163.
 Doppelbestrahler 294.
 Doppelkollektor }
 Doppelschalter } s. Doppelzellenschalter.
 Doppelzellenschalter 105. 190.
 Drahtspirale für Wärmeerzeugung 108.
 Drehstrom 239.
 Druck, magnetischer 252.
 Dubois, Milli-Volt- u. Ampère-Meter 115.
 Duchenne 4.
 Dynamos 54.

E.

Edison 86.
 Edisongewinde 89.
 Eisenkern 65. 122.
 Elektrische Spektre 6. 244.
 Elektrischer Wind 215.
 Elektrische Zerstäubung von Flüssigkeiten 215.
 Elektrizität 1. 70.
 Elektroden 9.
 Elektroden f. Galvanisation 116. 202.
 Elektrolyse 188.
 — Literatur 204.
 Elektrolyt 12.
 Elektrolyte für Kataphorese 208.
 Elektrolytische Bäder 201.
 Elektromagnettherapie 5. 244.
 Elektromechanische Behandlung 275.

Elektromotoren 92.
 Elektrostatishes Luftbad 215.
 Elektrotherapie 2. 244.
 Elektrotherm 272.
 Elemente, galvanische 8.
 — Literatur 23.
 Elemente
 nasse 12.
 Tauch- 16.
 trockene 14.
 verschlossene 14.
 Element-Tabelle 10. 195.
 Endoskopie 180. 187.
 Energie zum Kochen 114.
 Entladen von Akkumulatoren 32. 34.
 Ernecke 185.
 Erschütterungsmassage 275.
 Erwärmung von Drähten 108. 109.
 Erzeugung der Elektrizität 8.

F.

Faber, Dr. 20.
 Faradisation 222. 227. 238. 241.
 — Literatur 226.
 Farmer, Moses G. 86.
 Feddersen 228.
 Fehlersuchen 285.
 Feilspanbilder 244.
 Fernschalter 104.
 Fin senlicht 259.
 Fluoreszenzlicht 180.
 Flüssigkeitsunterbrecher 125.
 Fragebogen für Röntgenanlagen 161.
 Frank 4.
 Franklin 2.
 Franklinisation 74. 215. 222.
 Franklinsche Kopfdusche 215.
 Franklinsche Kataphorese 221.
 Rheostat 210.
 Fremdkörper, Aufsuchen von 156.
 Frey 274.
 Funkenentladungen 218.
 Funkenlicht 263.
 Funkenstrecke 141. 218.
 Fußwärmer 114.

G.

Galenus 1.
 Galilei 2.
 Galvani 3.
 Galvanisation 188.
 Galvanismus 3.
 Galvanokaustik 267.
 Galvanometer 116.
 Gerre W. R. 86.
 Gilbert 2.

Gitterplatten 50.
 Gleichstromfeld 245.
 Glimmlicht 130.
 Glühfadenlampe 87.
 Glühlampen für Batterien 48.
 Glühlampen-Stromverbrauch 48.
 Glühlicht 86.
 Glühlichtbad 255.
 Glühöfen 109.
 Görl 263.
 Graphitwiderstand 212.
 Grashey 153.
 Gräupner 200.
 Grenet-Element 17.
 Grisson 214, 245.
 Grove 9.
 Gülcher 54.

H.

Hallé 3.
 Handelektromagnet 281.
 Handgriff für kaustische Brenner 269.
 Handschalter 104.
 Hart 2.
 Harte Röntgenröhre 132.
 Hauptstrombogenlampe 82.
 v. Hefner-Alteneck 78.
 Hehl 5.
 Heidenhagen 4.
 Heißluft-Apparate 272.
 Hemmvorrichtungen an Elektromotoren 95.
 Herstellung der Akkumulatoren 25.
 — Trockenelemente 14.
 Hertz 6.
 Hilfseinrichtungen 114.
 Hippokrates 1.
 Hirschmann W. A. 136, 196.
 Hittorf 130.
 Hochfrequenzströme 228.
 Hochspannungsapparate 64, 230.
 Holtz 71.
 Horizontal-Galvanometer Dr. M. Edelmann 116.
 Horizontal-Galvanometer nach Dr. Müller 116.
 Hufeisen elektromagnet 245.
 Hufeland 3.
 v. Humbold 3.
 Hydroelektrische Bäder 198, 292.

I.

Indifferente Elektrode 208.
 Induktion 64.
 Induktionsapparate 64, 224.
 Induktionsstrom 238.

Induktor 66, 67, 121.
 Induktorquerschnitt 122.
 Induktorschema 65, 122, 228.
 Influenzmaschinen 70, 215.
 Influenzmaschine mit Motorantrieb 76, 216, 217, 220.
 Isoliermasse 122.
 Isoliermaterial der Leitungen 100.
 Isolierschemel 217.
 Joseph Dr. 20.

K.

Kaliumplatincyankür 148.
 Kapselmotor 95.
 Kataphorese 138, 207.
 Kathodenstrahlen 130.
 Kjeldsen 261.
 Kleindynamos 56.
 Kochapparate 111.
 Kohl, Max 139, 142, 152, 160.
 Kohlenstifte 79.
 Kollektor 92.
 Kompressionsblende 155.
 Kondensator 66.
 Kondensatorbett nach Apostoli 282.
 Kondensatorentladung 228.
 Konrad 243, 246.
 Konstruktion der Akkumulatoren 49.
 Konstruktion von Induktoren 64.
 Kontakte der Glühlampe 89.
 Kostenanschlag für Röntgenapparate 161.
 Kraftanlagen 145.
 Kraftformen 6, 243.
 Kratzenstein 2.
 Kruppin 108.
 Kryptoskop 150.
 Kryptoskopie 148.
 Kupferdrahttabelle 103.
 Kupronelement 9.
 Kurella 244.

L.

Labbé 277.
 Laden von Akkumulatoren 32, 37.
 Lalande 9.
 Lampenwiderstand 53.
 Leclanché-Element 9, 12, 195.
 Leistungen von Elementen 195.
 Leitungen 100.
 Leitungen, Verbindung der 102, 104.
 Leitungsnetze 59.
 Leitungsquerschnitte 101.
 Lenard 130.
 Levy-Dorn, Dr. 158.
 Leydener Flasche 228.
 Licht, Wirkung des 254.

Lichtbäder 254.
 Lichtbogen 78.
 Lichtquellen, elektrische 77.
 Lichtstärke 81, 83.
 Lichttherapie 5.
 Lindemann 272.

Literatur über

Akkumulatoren 53.
 Arsonvalisation 233.
 Elektrolyse 201.
 Elektrolytische Bäder 201, 294.
 Elektromagnetische Heilapparate 254.
 Elemente, galvanische 23.
 Endoskopie 187.
 Faradisation 226.
 Franklinisation 221.
 Galvanokaustik 270.
 Kataphorese 208.
 Lichtbäder 263.
 Röntgentechnik 163.
 Sinusoidale Faradisation 241.
 Zähler 121.

Lovet 3.

Lüthi & Buhtz 247.

M.

Magnete 55.
 Magnetische Heilapparate 242.
 Magnetismus 4, 242, 252, 253.
 Magnetspektren 245.
 Magnettheorie 248.
 Man 88.
 Manganin 108.
 Marum, van 3.
 Maxim, Hiram 86.
 Mayer, R. 6.
 Mechanik elektrischer Erscheinungen 64.
 Meidinger 9.
 Meßapparate 114.
 Meßbrücke 118.
 Meßmethoden 145.
 Meßstativ 159.
 Metallquerschnitt der Leitungen 100.
 Middeldorpf 4.
 Millivoltmeter 115.
 Molekularströme 253.
 Monopolares Rad 298.
 Moorelicht 87.
 Moritz 164.
 Mortonsche Ströme 216.
 Motorantrieb für Instrumente 277.
 Motoren für Drehstrom 94.
 " " Gleichstrom 93.
 " " Wechselstrom 94.
 Müller, C. H. F. 133, 243.

N.

Naturkräfte 5, 6, 243.
 Naturvorgänge 1, 64, 71.

Nebenschlußbogenlampe 82, 84.
 Nerast 87, 90.
 Neusilber 108.
 Nickelin 108.
 Nollet 2.

O.

Operieren bei Röntgen- und Tageslicht 154.
 Orthodiagraphisches Zeichenstativ nach Dr. Levy-Dorn 159.
 Osmiumlampe 87, 91.
 Oudinscher Resonator 232.
 Oxydationsmittel 9.
 Ozon-Erzeugung 215.

P.

Pachytrop 143.
 Palladium 133.
 Paracelsus 4.
 Pendelmotor 96.
 Periodenzahlregulierung 239.
 Permanenter Magnet 242, 281.
 Perthes 153.
 Phenolphthalein 127.
 Photographiercystoskop 185.
 Platteplatten 50.
 Plato 1.
 Plinius 1.
 Pol-Reagenzpapier 127.
 Polsucher 127.
 Polyphos-Gesellschaft 133, 152, 153, 157, 158.
 Primärelemente 8.
 Primärkondensator 140.
 Primärwicklung 122.
 Prostata-Inzisor 269.
 Pulsierender Strom 239.
 Punktograph nach Rosenthal 157, 158.

Q.

Quecksilberlampe 87.
 Quecksilberunterbrecher 123.
 Quecksilberstrahlunterbrecher 123.
 Querschnitt der Leitungen 101.

R.

Radiator 253.
 Radiographie 148.
 Radioskopie 148.
 Regulierapparat 110.

Regulierung der Periodenzahl **239**.
 „ „ Röntgenröhren **184**.
 Reiniger, Gebbert & Schall **148, 280**.
240, 257.
 Romak **4**.
 Reparaturen **284**.
 Resonator **229, 232**.
 Rheostat **109, 191, 195**.
 Rheotandrat **191**.
 Righi **6**.
 Ringelektromagnet **252**.
 Rodari **243**.
 Röntgeninstrumentarium **140**.
 Röntgenröhre **129, 131, 185—188**.
 Röntgenröhren aus Bleiglas **138**.
 Röntgenröhrenbetrieb **184**.
 Röntgenröhren-Härtegrade **130**.
 Röntgenstrahlen **121, 163**.
 Röntgentechnik — Literatur **162**.
 Rosenthal **4, 158**.
 Rotierendes Magnetfeld **247**.
 Ruhmkorff **121**.
 Rubstrats
 Elektromagnet **252**.
 Meßbrücke **118**.
 Widerstände **109**.

S.

Sanitas-Gesellschaft **230, 232**.
 Säuretabelle **81**.
 Sauvage **2**.
 Sawyer, W. E. **86**.
 Schaltapparate **62, 104, 144**.
 Schaltungen
 von Akkumulatoren **37—42**.
 „ Bogenlampen **81**.
 „ Dynamomaschinen **58**.
 „ Elektromotoren **93**.
 „ Elementen **18, 190, 194, 198**.
 „ Induktoren **65, 122, 228**.
 „ Influenzmaschinen **71**.
 „ Meßbrücken **119**.
 „ Regulierwiderständen **109, 111**.
 „ **212, 213**.
 „ Röntgenlampen **131, 140, 142**.
 „ Sprechzimmer-Apparat **213**.
 „ Teslaspulen **234**.
 Schema eines Induktors **223**.
 Schlittenapparat **68**.
 Schlitten-Induktionsapparat **69, 224**.
 Schmelzsicherung **106**.
 Schönbein **277**.
 Schutzanzug **139**.
 Schutzhaube **139**.
 Schwellender Strom **239**.
 Schwingungen, elektrische **228**.
 Sekundärwicklung **122**.

Selbstinduktion **228**.
 Selbstinduktion d. Induktors **126**.
 Selbstschalter **104**.
 Scribonius Largus **1**.
 Sicherheitsapparate **104**.
 Sicherungen **107**.
 Simens & Halske **56, 145**.
 Simonunterbrecher **127**.
 Sinusoidale Faradisation **288, 242**.
 Skiameter **151**.
 Solenoid **229**.
 Soxhletwärmer **114**.
 Spamer-Element **17**.
 Spannung der Bogenlampen **85**.
 Spannung für Induktoren **48**.
 Spannungskurven **51**.
 Spannungsmesser **118**.
 Spannungsregler **109**.
 Spatel **181**.
 Speculum **181**.
 Spitzenelektroden **218**.
 Starkstromelemente **22**.
 Starr, J. W. **86**.
 Stativ **131, 248**.
 Steckkontakt **104**.
 Stirnlampe **180, 181**.
 Stöpselschalter **133**.
 Stromkurven **238**.
 Stromquellen **8, 24, 59**.
 Stromstärke bei Bogenlampe **81**.
 Stromwähler **141**.
 Stromwechsler **105, 198**.
 Stromwender **105, 191, 192**.
 Swankontakt **89**.

T.

Tabelle für konst. Tauchbatterie **197**.
 Tabelle über Querschnitt und Gewicht
 von Kupferdrähten **103**.
 Taschenapparat (Induktor) **68**.
 Tauchbatterie **16, 19, 189, 195**.
 Tauchelement **16**.
 Temperatur des Lichtbogens **79**.
 „ „ Glühfadens **87**.
 Teslalicht **87**.
 Tesla-Transformator **229**.
 Thales **1**.
 Thermosäulen **53**.
 Thomson **120**.
 Tiberius **1**.
 Timme **109**.
 Töpler **71**.
 Transformator **63, 239**.
 Transportable Batterie **20**.
 Tripletlampe **295**.
 Trüb, R. & Co. **244**.
 Turbinengebläse **274**.

U.

Umbreit & Matthes [9. 28.](#)
 Umdrehungsklopfer [276.](#)
 Umformer [63. 240.](#)
 Umschalter [103. 143.](#)
 Unterbrecher [123.](#)
 Unterbrecher
 Flüssigkeits- [125.](#)
 Quecksilberstrahl- [123. 129.](#)
 Turbinen- [124.](#)
 Wechselstrom- [128.](#)
 Unterbrechungszahl [123. 227.](#)
 Untersuchungen
 durch Diaphanoskopie [180.](#)
 „ Endoskopie [180.](#)
 „ Glühlicht [180.](#)
 „ Röntgenstrahlen [120.](#)
 Urankaliumsulfat [148.](#)

V.

Valli [3.](#)
 Verbindung der Elemente [13.](#)
 Verbindungen der Leitungen [102.](#)
 Verbrauchsmesser, elektrische [120.](#)
 Versagen der Influenzmaschine [74.](#)
 Vibrationsapparat [99.](#)
 Vibrationsmassage [275.](#)
 Vierzellenbad [198.](#)
 Voltasche Alternative [190.](#)
 Voltmeter [116. 118.](#)
 Vorrichtungen zur Erzeugung eines gleich-
 bleibenden Lichtbogens [82.](#)
 Vorschaltwiderstand [84. 198.](#)

W.

Wagnerscher Hammer [220.](#)
 Walter, Dr. [150.](#)

Wandlung der Kraft [6.](#)
 Wärmapparate [107. 112.](#)
 Wärmemenge [108.](#)
 Wasserduschen, elektrische [200.](#)
 Wattville [106.](#)
 Weber, H. F. [88.](#)
 Wechselstrom [238.](#)
 Wechselstrom-Unterbrecher [128.](#)
 Wechselstromfeld [246.](#)
 Wehneltöhre [136.](#)
 Wehneltunterbrecher [125. 227.](#)
 Weiche Röntgenröhre [132.](#)
 Wellen, elektrische [228. 238.](#)
 Wellenbauch [229.](#)
 Weston-Präzisions-Apparat [115.](#)
 Wheatstonesche Cylinderbrücke [117.](#)
 Widerstände [110.](#)
 Widerstandsapparate [107.](#)
 Widerstandsmaterial [108.](#)
 Wimshurst [71. 72. 75. 220.](#)
 Wind, elektrischer [74.](#)
 Wirbelströme [122.](#)
 Wirkungen
 der Elektrizität [6.](#)
 des Magnetismus [243.](#)
 „ menschlichen Körpers auf Magnete
[253.](#)
 Wodal-Unterbrecher [121. 292.](#)

Z.

Zacharias, Joh. [6. 121. 223. 244. 252.](#)
 Zähler [120.](#)
 Zeichenstativ, orthodiagraphisches [159.](#)
 Zellenschalter [104.](#)
 Zerhackter Strom [222.](#)
 Ziemssen [4.](#)
 Zinkelektrode [9.](#)
 Zitterrochen [1.](#)
 Zweizellenbad [198.](#)

Verzeichnis der Abbildungen.

Lfd. Nr.	Galvanische Elemente.	Seite
1.	Viereckige Kohle	12
2.	Standkohle	12
3.	Beutelement	13
5.	Polklemme am Kohlenzylinder	13
6.	Desgl. am Kohlenstab	13
7.	Würgestelle an der Kohle	13
8.	Metallkappe für die Kohle	13
9. 10.	Leclanché-Barbier	14
11.	Trockenelement Längsschnitt	15
12.	Desgl. Querschnitt	15
13.	Entgasungsröhrchen	16
14.	Flaschenelement	16
15. 16.	Chromsäure Tauchbatterie	16
17.	Chromsäure Tauchbatterie	17
18.	Spannerelement	17
19.	Grenetelement	17
20.	Schaltung von Elementen	18
21.	Batterieschaltung	18
22. 23.	Spezialbatterie für Elektrolyse	18. 19
24. 25.	Konstante Tauchbatterie	19. 20
26.	Leclanchébatterie	20
27. 28.	Batterieschrank mit Apparaten	21. 22

Akkumulatoren.

29 ^a .	Eine Zelle mit 3 Platten	37
29 ^b .	„ „ „ 5 „	37
30.	Signatur für eine Zelle	37
31 ^a .	Batteriesignatur 3 Zellen in Reihe	38
31 ^b .	„ „ 20 „ „ „	38
32.	Reihenschaltung	38
33.	Gruppenschaltung 4 nebeneinander	38
34. 35.	Desgl. 4 nebeneinander	38. 39
36.	Laden mit Dynamo	40
37.	„ verschiedener Zellen	41
38.	„ vom Leitungsnetz	41
39.	„ kleiner Zelle	42
40.	Bleirahmen mit 2 Feldern	49
41.	„ „ 4 „	49
42.	Bleigitter	50
43.	Plattēplatte	50
44.	Plattēgitter	50
45.	Verbindung der Platten in einer Zelle	51
46.	Spannungskurven	51
47.	Transportable Batterie	52
48.	Ladeapparate für Anschluß	53
49.	Lampenwiderstand	53

Lfd. Nr.	Thermosäulen.	Seite
50.	Thermosäule	54
	Dynamomaschinen.	
51.	Kleindynamo	58
52.	Nebenschluß-Schaltung	58
53.	Reihenschaltung	59
	Elektrizität aus Leitungsnetzen.	
54.	Gleichstrom-Universal-Anschlußapparat	61
55.	Universal Wechselstromapparat	62
56.	Wechsel-Gleichstromumformer	63
57.	Gleichstrom-Motortransformer	63
	Induktionsapparate.	
58.	Schaltschema	65
59.	Kleiner transportabler Apparat offen	68
60.	Desgl. verschließbar	68
61. 62.	Spamerapparat	59
63.	Schlittenapparat	69
64.	Großer Induktor	70
	Influenzmaschinen.	
65. 66.	Schaltung	71
67. 68.	Influenzmaschine	72. 75
69.	Batterieschrank mit Wimshurstmaschine im Glaskasten	76
	Elektrische Lichtquellen.	
70.	Gleichstromkohle	80
71.	Intensitätskurve Gleichstrom	80
72.	„ Wechselstrom	80
73.	Schaltungsschema der Hauptstrombogenlampe	81
74.	„ Nebenschlußbogenlampe	81
75.	„ Differentialbogenlampe	82
76.	Differentialbogenlampe	83
77.	Nebenschlußbogenlampe	83
78.	Glühlampe	88
79.	Edisongewinde	89
80.	Swankontakt	89
	Elektromotoren.	
81. 82.	Motorschaltungen	93
83.	Elektromotoren mit biegsamer Welle	95
84.	Gleichstromkapselmotor	95
85.	Wechselstrommotor	96
86.	Hängender Kapselmotor	96
87.	Sockelmotor	97
88.	Universal-Einrichtung für Anschluß	98
89.	Vibrationsapparat	99
	Leitungen.	
90.	Spannungsverlust in Leitungen	101
91.	Endverschluß für Leitungsschnüre	104

Seite. Nr.		Seite
139 ^b .	Motorynamo	147
140.	Bodenstativ	149
141.	Kryptoskop	150
141 ^a .	Skiameter	151
141 ^b .	Chromoradiometer	152
141 ^c .	Operieren bei Röntgenlicht	154
141 ^d .	Kompressionsblende	155
142.	Einfache Meßmethode	156
143.	Schema des Rosenthalschen Punktographen	157
144 ^{a, b} .	Orthodiagraphisches Zeichenstativ	159. 160

Elektro-Endoskopie und Diaphanoskopie.

145.	Stirnlampe	180
146.	Reflektorstirnlampe	181
147.	Lampe zur Untersuchung der Mundhöhle	182
148.	Cystoskop	183
149.	149 ^a . Photographiercystoskope	184
149 ^b .	Schema des Photographiercystoskops	185

Galvanisation.

150.	Galvanisationsapparate mit Tauchbatterie	189
151.	Schema eines Doppelzellenschalters	190
152.	Schema eines Stromwenders	191
153.	Galvanische Apparate und Leclanchéelemente	192
154.	Schema eines Stromwechslers	198
155.	156. Galvanisationsapparate für den Gebrauch der Patienten	194. 195

Elektrolytische Bäder.

157.	Stationäre Einrichtung für Galvanisation und Faradisation	196
158.	Badeumschalter	198
159.	Vollständige Badeeinrichtung	199
160.	Elektroden für Galvanisation	203
161 ^a .	Elektroden für Kataphorese	208
162.	Schaltungsschema	212
163.	Schaltungsschema eines Galvanisationsapparates	212
164.	Schaltungsschema für Galvanisation und Faradisation	213

Franklinisation.

165.	Influenzmaschine nach Wimshurst	216
165 ^a .	Motor-Influenzmaschine	217
166.	Elektrode zur Franklinisation	218
167.	Verstellbare Funkenstrecke	218
168.	Vollständige Einrichtung zur Franklinisation	220

Faradisation.

169.	Schema eines Induktionsapparates	223
170.	Schlitteninduktionsapparate	224
171.	Induktionsapparate zur Faradisation	225

Arsonvalisation.

172.	Schema der elektrischen Schwingungen	228
173.	Anordnung nach Arsonval	230

Lfd. Nr.	Seite
174. Anordnung nach Dr. Oudin	231
175. Solenoid für Autokonduktion	232
176. Schaltung für Arsonvalisation	233

Sinusoidale Faradisatio.

177. Zeichnerische Darstellung zerhackten und Wechselstroms . . .	238
178. Umformer	240
179. Vollständige Einrichtung f. sinusoidale Faradisatio	241

Magnetische Heilapparate.

180. Feld der Konradschen Elektromagnete	244
181—186. Magnetfelder	245—247
187. System Konrad	248
188. „ Dr. Breiger	249
189—191. „ Trüb	250—251
191 ^a . Elektromagnet Ruhstrat	252

Behandlung mit Licht und Wärme.

192. Glühlichtbad	256
193. Kombiniertes Glüh- und Bogenlicht	257
194. Reflektor zur lokalen Behandlung	258
195. Finsenlicht	260
196. Eisenbogenlampe	262
197. Galvanokaustischer Brenner	268
198. Galvanokaustischer Griff	269
199. Prostata-Inzisor nach Bottini Freudenberg	269
200. Elektrotherm	273

Verschiedene Anwendungen.

201. Apparat zur Heißluftbehandlung	275
202. Rotierer für Vibrationsmassage	276
203. Ozoneerzeuger	278
204. Augenelektromagnet	282

Anhang.

205. Wodal-Unterbrecher	292
206. Vierzellenbad	298
207. Doppelbestrahler	294
208. Dermoscheinwerfer	295
209. Tripletlampe	295

Verzeichnis der Firmen,

welche die Herstellung des Werkes durch Angaben, Druckschriften und Gewährung von Abbildungen, wie Bildstöcken freundlich unterstützten:

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin N.

Ferd. Ernecké, Berlin W.

W. A. Hirschmann, Berlin N.

Max Kohl, Chemnitz i. S.

Lüthi & Buhtz, Berlin S.W.

C. H. F. Müller, Hamburg 5.

Polyphos Elektrizitäts-Gesellschaft, München.

Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Gebr. Ruhstrat, Göttingen.

Sanitas, Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin N.W.

Siemens & Halske, Berlin S.W.

KRAEPELIN, Prof. Dr. Emil, Psychiatrie. Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte. 7. vielfach umgearbeitete Aufl. 2 Hfte. Gr. 8°. 1903—04.

M. 35.—, geb. M. 37.70

1. Band: *Allgemeine Psychiatrie.* [XV, 478 S.] M. 12.—, geb. M. 13.20

2. Band: *Klinische Psychiatrie.* Mit 2 Tafeln in Lichtdruck, 11 Tafeln in Autotypie. 31 Figuren im Text und 22 Schriftproben. [XIV, 892 S.]

M. 23.—, geb. M. 24.50.

Archiv für Psychologie: Aus kleinen Anfängen heraus, einem 1883 erschienenen Kompendium von 24 Bogen Oktav, entstand allmählich das umfassendste Lehrbuch der Psychiatrie von Kraepelin, das jetzt in zwei starken Bänden von zusammen 1400 Seiten vorliegt. Es sei vorausgeschickt, daß den Lesern des Archivs kein anderes Werk so warm wie dieses empfohlen werden kann.

Monatschrift für Kriminalpsychologie: Je mehr wir uns in die allgemeine Psychiatrie Kraepelins vertiefen, und je häufiger wir sie zur Hand nehmen, um so mehr werden wir zu der Überzeugung kommen, daß sie den ganzen Umfang unseres heutigen Wissens in diesen Dingen wiedergibt, und daß sie dies in einer Weise tut, die uns zu der Anerkennung nötigt, daß hier das Beste vorliegt, was wir an Lehrbüchern der Psychiatrie zur Zeit besitzen.

KRAEPELIN, Dr. Emil, Professor an der Universität München. Einführung in die psychiatrische Klinik. 32 Vorlesungen. 2. überarbeitete Auflage. [XII, 374 S.] M. 9.—, geb. M. 10.—

Nicht nur das Lehrbuch, dessen 7. Auflage im vorigen Jahre erschien, erfreut sich der allgemeinen Beliebtheit bei Studierenden und Ärzten, sondern auch die „Psychiatrische Klinik“, deren erste im Jahre 1901 erschienene Auflage längere Zeit vergriffen war und nun durch die überarbeitete und vermehrte 2. Auflage ersetzt wird.

FUHRMANN, Dr. M., Diagnostik und Prognostik der Geisteskrankheiten. Ein kurzes Lehrbuch. [VII, 310 S. mit 13 Kurven und 18 Schriftproben.] 1903. Geb. M. 5.75.

Deutsche medizinische Wochenschrift: Das Kompendium verfolgt rein praktische Zwecke. Es soll den Anfänger lehren, wie man eine Diagnose macht. F. hat daher alles Theoretische beiseite gelassen. Überall eine möglichst exakte Kürze des Ausdrucks angestrebt und im Wesentlichen die Differentialdiagnose gepflegt. Man wird dem Verfasser das Zugeständnis machen müssen, daß er seinem Vorhaben treu nachgekommen und seiner Aufgabe gerecht geworden ist. — Freudig gestehen wir ihm an, daß er in seinem kurzen Lehrbuche ein wirklich brauchbares Kompendium geliefert hat, das mit Fug und Recht empfohlen werden kann.

MÖBIUS, Dr. P. J., Ausgewählte Werke. Jeder Band M. 3.—, geb. M. 4.50.
— — — Band I. J. J. Rousseau. [XXIV, 311 S. mit Titeln u. Handschriftprobe.]

„Das vorliegende Buch, in dem uns M. die Entwicklung der Geistesstörung J. J. Rousseaus schildert, wird von jedem Gebildeten von Anfang bis Ende mit warmem Interesse, ja mit Spannung gelesen werden, denn die Lösung der Aufgabe ist M. in musterbildender Weise gelungen.“

Prof. E. Kraepelin.

— — — Band II und III. Goethe. [260 und 264 S. mit Titelbildern.] 1903.

Literarisches Centralblatt: M. unternimmt eine umfassende Darstellung des Pathologischen bei Goethe in den Werken und der Person selbstverständlich unter Bevorzugung der Abnormalitäten geistiger Art. Dieser Aufgabe, deren außerordentliche Wichtigkeit noch von der Schwierigkeit ihrer Behandlung übertrifft scheint, ist der ausgewählte Neurologe in so hervorragendem Maße gerecht geworden, daß es vielleicht nicht zu kühn ist, wenn wir sein Buch als die inhaltreichste Frucht der Goetheforschung der jüngsten Jahre auffassen.

— — — Band IV. Schopenhauer. [XII, 292 S. mit 13 Porträts.] 1904.

Der 1. Teil ist ein Guthaben über den Geisteszustand Schopenhauers. In ihm wird auf Grund der Familiengeschichte und der Biographie gezeigt, daß Schopenhauer eine „pathologische Mehrwertigkeit“ war.

Der 2. Teil des Buches enthält eine Kritik der Philosophie Schopenhauers vom Standpunkte des Verfassers aus, die bei aller Schärfe des Urteils den Kern der Lehre als gesund anerkennt und den Freunden wie Gegnern Anregung gewähren wird.

— — — Band V. Nietzsche. [XI, 194 S. mit 2 Bildnissen.] 1904.

Medizin. Blätter: Die Schrift über Nietzsche gehört zum Besten, das wir dem rührigen Leipziger Neurologen verdanken; die durchaus gesunde psychiatrische Anschauung macht dieselbe dem Fachmann außerordentlich wertvoll, aber auch der nicht spezialistisch geschulte Arzt wird viel Anregung und viel Belehrung aus ihr schöpfen.

— — — Band VI. Im Grenzlande. Aufsätze über Sachen des Glaubens. [XII, 248 S. mit Bildnis Fechners.] 1905.

Inhalt: Über die drei Wege des Denkens. Drei Gespräche über Religion. Über die Forderung des Menschen. Drei Gespräche über Metaphysik. Über den Zweck des Lebens. Über den Anthromorphismus.

Zeitschrift für Elektrotherapie

und die physikalischen Heilmethoden auf Grundlage der Elektrotechnik.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Hermann Göttingen, Friedrich Reussner, Aachen, Dr. F. Frankenhäuser, Berlin, Dr. L. Freund, Wien, John Hartman, New-York, Dr. W. S. Medley, London, Dr. J. L. Hoofweg, Utrecht, Dr. I. Ladame, Genf, Prof. Dr. von Luxenburger, Neapel, Dr. Ludwig Benda, Breslau, Dr. U. Mund, Ulm, Prof. Dr. Weitholz-Waldmann, Innsbruck, Prof. Dr. Schatzki, Wien, Prof. Dr. Schiff, Wien, Dr. Samislawski, Krakau, Dr. A. Ziemann, Prag.

Bearbeitet von

Dr. Hans Kurella (früher Hunsen, jetzt Altona).

Jährlich 12 Hefen. — Abonnementpreis M 12.—

Dem bei ihrer Gründung vor 6 Jahren angebotenen Buchen nach der Forderung (Ludovigsche) Klarheit und wissenschaftliche Exakte in der Elektrotherapie, Elektrophysiologie und Elektrotechnik wird die Zeitschrift auch in Zukunft mit Sorgfalt, Ehrlichkeit, Vollständigkeit und sorgfältigster Berücksichtigung über alle Fortschritte des Fortschritts, des Fortschritts und der Fortschritte im Fortschritt und weiter ihre Hauptaufgabe sein; in einem neuen Abdruck mit sorgfältigste, möglichst klarer und verständlicher, aber aller Fortschritt, warum, wie den im allgemeinen im Fortschritt stehenden Arzt besonders an die Hand zu legen, soll aber mit Hilfe des Herrn Hunsen, Hoofweg und Hunsen des Fortschritts der Physik, der Physiologie und der allgemeinen Elektrotherapie die eigene Aufmerksamkeit gewandt werden, um für die Abklärung der Praktiker durch vollständige Fortschritt mit dem Fortschritt der Elektrotherapie, Elektrotherapie und der Fortschritte der Produktion zu sorgen.

So wenig die Elektrotherapie gerade ist, sich auf ein Boden existenzes Frage der akademischen Fortschritt zu stellen, so sehr soll allen Fortschritten von Elektrotherapie mit der Elektrotherapie auf dem Fortschritt der Elektrotherapie entgegengekommen werden.

Zwanglose Abhandlung aus dem Gebiete der Elektrotherapie und Radiologie und verwandter Disziplinen der medizinischen Elektrotechnik.

Herausgegeben von

Dr. Hans Kurella, Hunsen und Prof. Dr. A. Luxenburger, Neapel.

- Heft 1: Das Wesen der Kathoden- und Röntgenstrahlen. Von Privatdozent Dr. Johannes Stark, Göttingen. [29 S.] 1904. M. — 80.
Heft 2: Die Wärmestrahlung, ihre Gesetze und ihre Wirkung. Von Dr. Fritz Fraenkelhauer, Berlin. [50 S.] 1904. M. 1.00.
Heft 3: Die Ionen- oder elektrolytische Therapie. Von Prof. St. Lüdke, Nantes. [47 S. mit 26 Abb.] 1905. M. 1.00.
Heft 4: Die Franklinisation. Von Prof. Dr. von Luxenburger, Neapel.

Die zwanglosen Abhandlungen werden sich an ein großes Publikum.

Der Ausbau der alten klassischen Elektrotherapie nach Elektrotherapie ist noch nicht vollständig; neue technische und therapeutische Fortschritte (sowohl beiderseitig) auf und neben der Elektrotherapie, rapide entwickelt sich in unserer Fortschritt mit der medizinischen Elektrotherapie (die Radiologie) es bietet der Gelegenheit zu einer ruhigen Kritik des Neuen und einer systematischen Darstellung des Besten und Abklärten.

Diesem Bestreben soll unsere Sammlung einen Stützpunkt geben, von dem aus eine die Theorie und die Theorie der Elektrotherapie mit der Theorie behalten werden soll, auch die Theorie der Elektrotherapie, darüber etwas zu erfahren, was zur Elektrotherapie unter Elektrotherapie unerschütterlich ist, sowie diejenigen Methoden kennen zu lernen, die es ermöglichen durch Elektrotherapie zu elektrotherapeutischen Spezial-Anstalten aufzukommen und, sich an sorgfältig befragten werden, wie das die elektrotherapeutischen Fortschritte nach dem Fortschritt der Elektrotherapie.

537.87 Q500 c.1

Konstruktion und Handhabung elektr.



086 678 035

UNIVERSITY OF CHICAGO